



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA

MECÁNICA ELÉCTRICA

“Diseño de un sistema fotovoltaico para abastecer la demanda de energía eléctrica a la granja avícola San Jorge para reducir los costos de combustible en el Caserío Uña de Gato Jaén”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:

Br. Victor Wincelao Castro Carhuamaca (0000-0002-7858-7839)

ASESOR:

Mg. Deciderio Enrique Díaz Rubio (ORCID: 0000-0001-5900-2260)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Generación, Transmisión y Distribución

CHICLAYO – PERÚ

2019

DEDICATORIA

A Dios, por ser mí ser supremo.

A mí amada madre por su inmenso amor a mi padre que me ilumina desde el cielo, mis hijos Anderson, Christian y a mi esposa, por su amor y paciencia.

Asimismo, a mis hermanos, familiares y amigos que se involucraron en esta senda y me brindaron incondicionalmente su esfuerzo para cumplir con mi meta.

Víctor Wincelao Castro Carhuamaca

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Cesar Vallejo Filial Chiclayo por haber aceptado ser parte de ella y abierto las puertas de su seno científico para poder estudiar mi carrera. Un agradecimiento especial a las personas que me han proporcionado toda la información necesaria para elaborar este trabajo.

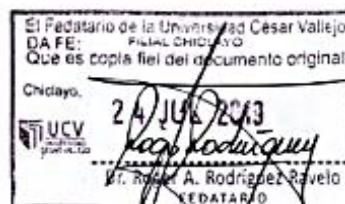
Al Autor

PÁGINA DEL JURADO



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ACTA DE SUSTENTACION



En la ciudad de Chiclayo, siendo las 11:00 horas del día 12 de julio del 2019, de acuerdo a los dispuesto por la resolución de dirección académica N° 1241-2019/UCV-CH, de fecha 10 de julio de 2019, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación de la tesis titulada: "DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA ABASTECER LA DEMANDA DE ENERGIA ELECTRICA A LA GRANJA AVICOLA SAN JORGE PARA REDUCIR LOS COSTOS DE COMBUSTIBLE EN EL CACERIO UÑA DE GATO JAEN.", presentado por el(la) (los) bachiller CASTRO CARHUAMACA, VICTOR WINCESLAO, con la finalidad de obtener el título de ingeniero mecánico electricista, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes:

Presidente : Ing. Aníbal Jesús Salazar Mendoza

Secretario : Ing. Edilbrando Vega Calderón


Vocal : Ing. Deciderio Enrique Díaz Rubio


Concluida la sustentación y absueltas las preguntas efectuadas por los miembros del jurado se resuelve:


APROBADO POR MAYORIA

Siendo las 11:45 del mismo día, se dio por concluido el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.

Chiclayo, 12 de julio de 2019


Ing. Aníbal Jesús Salazar Mendoza
Presidente


Ing. Edilbrando Vega Calderón
Secretario


Ing. Deciderio Enrique Díaz Rubio
Vocal

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Victor Wincelao Castro Carhuamaca con DNI 25766433 con la clara y total intención de cumplir con los dispositivos vigentes del reglamento de grados y títulos de la universidad César Vallejos, de la Facultad de Ingeniería de la Escuela profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica declaro bajo juramento que toda la información que comprende esta investigación es veraz y autentica, y no se ha vulnerado ninguna ley o mandato judicial para obtenerla o usarla.

Así asumo la responsabilidad ante cualquier irregularidad, ocultamiento de información u omisión de la información mostrada en esta investigación y me dispongo a los reglamentos que sancionen cualquier irregularidad que se presente.

Chiclayo, 29 de diciembre del 2018



Victor Wincelao Castro carhuamaca

DNI: 25766433

ÍNDICE

<i>DEDICATORIA</i>	<i>ii</i>
<i>AGRADECIMIENTO</i>	<i>iii</i>
<i>PÁGINA DEL JURADO</i>	<i>iv</i>
<i>DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD</i>	<i>v</i>
<i>ÍNDICE</i>	<i>vi</i>
<i>RESUMEN</i>	<i>ix</i>
<i>ABSTRACT</i>	<i>x</i>
<i>I. INTRODUCCIÓN</i>	<i>1</i>
1.1 Realidad problemática.....	1
1.1.1 Internacional.....	1
1.1.2 A nivel Nacional	1
1.2 Trabajos previos	2
1.3 Teorías relacionadas con el tema	4
1.3.1 Celdas solares	4
1.3.2 Impacto ambiental de energía solar fotovoltaica	4
1.3.3 Fundamentos de tecnología fotovoltaica.....	8
1.3.4 Sistema aislado de energía solar fotovoltaico.....	9
1.3.5 Sistema fotovoltaico conectado a una red.....	9
1.4 Formulación del problema	11
1.5 Justificación	11
1.5.1 Técnica.....	11
1.5.2 Social.....	11
1.5.3 Económica	11
1.5.4 Ambiental	12

1.6 Hipótesis	12
1.7 Objetivos.....	12
1.7.1 Objetivos General	12
1.7.2 Objetivos Específicos	12
<i>II. MÉTODO</i>	<i>13</i>
2.1 Diseño de investigación.....	13
2.1.1 Tipo de investigación	13
2.2 Variables	13
2.2.1 Variable independiente	13
2.2.2 Variable dependiente	13
2.3 Población y muestra	14
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	15
2.4.1 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	15
2.4.2 Validez y Confiabilidad	15
2.5 Métodos de análisis de datos.....	16
2.6 Aspectos éticos	16
<i>III. RESULTADOS.....</i>	<i>17</i>
3.1 Determinar la demanda de energía eléctrica en la granja avícola.....	17
3.1.1 Consumo de galpones	17
3.1.2 Consumo de motores	18
3.2 Dimensionar el sistema fotovoltaico para los consumos de la avícola.....	23
3.2.1 Determinar la radiación de la zona	23
3.2.2 Diseño del sistema fotovoltaico autónomo con baterías para los galpones	27
Figura 6: Esquema pictórico del sistema para galpón. Fuente: Propia	37
3.2.3 Diseño del sistema fotovoltaico para la bomba de agua	37
3.2.4 Diseño del sistema fotovoltaico para la procesadora de alimento.....	43
3.3 Evaluar económicamente el sistema fotovoltaico	51
3.3.1 Costo de instalación	51

3.3.2 Ingreso económico del proyecto	52
3.3.3 Gastos en proyectos	55
3.3.4 TIR y VAN	56
IV. <i>DISCUSIÓN</i>	58
V. <i>CONCLUSIONES</i>	60
VI. <i>RECOMENDACIONES</i>	61
VII. <i>RREFERENCIAS</i>	62
ANEXOS.....	62
ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	98
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV.....	99
AUTORIZACIÓN DE LA VERCIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	100

RESUMEN

La presente investigación pretende desarrollar un sistema fotovoltaico para la granja avícola San Jorge, con el fin de proporcionar la energía eléctrica que requiera para sus necesidades esta tesis propone tres tipos de sistemas fotovoltaicos independientes ya que centralizar uno solo se determinó como demasiado costoso, separa las necesidades de energía eléctrica en tres tipos primero el requerimiento de energía para los galpones donde se realiza la cría de pollos, segundo para el bombeo para el suministro de agua a la avícola y por ultimo para una parte de la energía generada en el procesamiento de la comida para las aves, esta investigación termina siendo determinada factible por contar con indicadores económicos sobre el costo de instalación y materiales el cual se evalúa en un periodo de 20 años que es el tiempo que dura la tecnología de inversor, controlador y regular de bombeo.

Palabras clave: sistema fotovoltaico, generación de energía, regulador de bombeo

ABSTRACT

The present research aims to develop a photovoltaic system for the San Jorge poultry farm, in order to provide the electrical energy required for their needs this thesis proposes three types of independent photovoltaic systems since centralizing one was determined to be too expensive, separating the needs of electrical energy in three types first the energy requirement for the sheds where the chickens are raised, second for the pumping for the supply of water to the poultry and finally for part of the energy generated in the processing of the food for birds, this research ends up being determined feasible by having economic indicators on the cost of installation and materials which is evaluated in a period of 20 years which is the time that the investor, controller and regular pumping technology lasts.

Keywords: photovoltaic system, power generation, pumping regulato

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

1.1.1 Internacional

La disposición de energía eléctrica conlleva a un servicio vital hoy en día, acceder a ella se ha transformado en una necesidad, aumentando el consumo en energía reaccionando en una ya establecida crisis energética en la cual se ve envuelta la población mundial, por lo que a búsqueda de alternativas en generación de energía como los sistemas no convencionales en los cuales surge la generación fotovoltaica son bien recibidos actualmente esta tecnología empieza a evolucionar llegando a reducir convenientemente los costos de operación. Lo más interesante en la generación fotovoltaica que se puede realizar en cualquier parte del planeta donde la radiación sea adecuada **(Ruzafa, 2009, p. 18)**

En el año 2009, se hizo un estudio en el cual dispone que el consumo mundial de energía aumentado de 138 a 162 Tera vatios hora, proyectando un aumento al 2030 de 199 TWh lo que se manifiesta en un incremento del 44%, además en los países que no son pertenecen a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos denominado OCDE el consumo aumentara mucho más llegando a un aumento del 73% en comparación de solo el aumento del 15% para los que si perteneces a este organismo **(Global Environment Facility, 2009, p. 2)**

1.1.2 A nivel Nacional

En el Perú a finales del año 2004 cerca de 6.5 millones de pobladores carecían del servicio de energía eléctrica lo que resultaba en el 23.7% de la población, aun teniendo redes eléctricas en su poblado, pero no tenían conexiones en su domicilio. La zona más afectada es el sector rural ya que ya más del 67% de dicho sector no tienen acceso al servicio de energía, esta carencia suele actuar como una barrera para las familias en salir de la situación marginal que viven. **(Guerra, 2007, p. 6).**

Según **Cayetana Aljovin** en una entrevista para la radio RPP Noticias manifestó que la brecha de electrificación en el sector rural en él, Pero permanece en 20% asume que no es una brecha tan grande pero aún está dispuesta para ser cubierta, además señala la importancia del acceso al servicio manifestando que el pasar de no tener servicio a tenerlo es dar un paso del siglo XVIII al XXI en solo un minuto. (**Gestión, 2017, párr. 3, parir. 4).**

Local

La granja avícola donde se desarrollará esta investigación no tiene cuenta con el servicio de energía eléctrica, su modo de abastecimiento es por grupo generadores que determinan costos muy elevados y dependientes directos del costo del combustible, así como un mayor mantenimiento y en contribuyente directo a la contaminación ambiental, ahí se enmarca la problemática de esta investigación, en el costo elevado de la energía que abastece la granja avícola.

1.2 Trabajos previos

Piris, (2013), en su proyecto de investigación “**Energía Solar Térmica y Fotovoltaica aislada para pequeñas comunidades en Perú**” en el cual abordo el objetivo de fomentar el ahorro de energía y mejorar la eficiencia energética proponiendo un prototipo para mejorar la iluminación y calefacción del agua usando energía proveniente del sol, en esta investigación concluye que el implementar este prototipo puede demostrar que la energía fotovoltaica es una opción factible para la comunidad rural alejadas de redes eléctricas, específicamente este prototipo manifiesta su factibilidad para comunidades ubicadas en Lima en la región costa, el prototipo también manifiesta el ahorro energético para las zonas que se vean influenciadas.

Morán, Facchini, Pontoriero y Doña (2014) en su artículo científico “Comportamiento de un sistema fotovoltaico en una vivienda residencial conectado a la red eléctrica de distribución” exponen un estudio realizado en la provincia de San Juan, el cual busca fundar principios para el avance en tecnologías de generación fotovoltaica, el trabajo presenta el comportamiento de un sistema fotovoltaico de 2.65 KWp, instalado en una vivienda el sector residencial del departamento Caucete con conexión a la red eléctrica,

analizan los aspectos relacionados con el diseño, configuraciones consideradas para conexión a la red y los puntos de conexión factibles estableciendo los requerimiento que se deben tener en cuenta. Entre sus conclusiones tenemos, los resultados del estudio fueron después de 16 meses dando como conclusión que los resultados del desempeño operacional del sistema conectado a la red pública son satisfactorios, la máxima demanda de producción en el periodo de análisis fue entre los valores de 487.96 kWh/mes y 280.38 kWh/mes, durante el periodo de investigación se determinó que el 60% de la energía generada por el sistema es inyectado a la red y el 32% del sistema es consumido por la vivienda, del consumo total de la vivienda el 26% es abastecido por el sistema y lo restante se abastece del suministro de energía de la red pública.

Rocabado, Cadena C., Cadena A. y Díaz (2016) en su artículo científico publicado en el VI Congreso Brasileiro de Energía Solar – Belo Horizonte “Mini sistemas fotovoltaicos para el uso de dispositivos Móviles en zonas rurales: optimización de la potencia entregada y consumida” en él se presenta un estudio preliminar para plantear estrategias en cuanto el uso de dispositivos móviles con recarga del acumulador, con recarga en el acumulador basados en energía solar fotovoltaica, en sus conclusiones determina la disponibilidad que puede dar la carga de celulares por medio de paneles fotovoltaicos en una zona rural, el sistema se centra en el no uso de acumuladores de energía, la energía radiada por el sol en la zona puede usarse para otras aplicaciones, el modificar el panel permite la optimización de potencia que este entrega al celular lo cual da la posibilidad de realizar perfiles de aplicación a la tecnología fotovoltaica que puedan haber sido descartados en el panel original. La propuesta que presentaron tiene posibilidad real y concreta de aplicarse en otras zonas rurales que tengan características similares.

1.3 Teorías relacionadas con el tema

1.3.1 Celdas solares

Según **Agredano, Munguía, Huacuz, Flores (1998)** en su teoría afirma que; “para la conversión de luz solar a eléctrica se necesitan las celdas fotovoltaicas son dispositivos de estado sólido. Estos son muy confiables y de una manera razonablemente eficientes. La temperatura y presión a fluidos o móviles son partes de las que carecen”. **(1998, p. 45).**

Según Agredano et al (1998) no dice que la tecnología fotovoltaica continúa en evolución. Existe un número considerable de celdas que difieren en el tipo de materiales utilizados, su geometría y apariencia externa. Sin embargo, el principio físico de operación de todas ellas es esencialmente el mismo. Esta especificación se refiere a sistemas con celdas de silicio, principalmente silicio Mono cristalino, silicio policristalino y silicio amorfo, Independientemente del tipo de celda, los sistemas de iluminación cuentan con los mismos elementos: un módulo fotovoltaico, una batería para almacenar electricidad, un controlador de carga, varias lámparas, y accesorios para la instalación. **(p. 45).**

1.3.2 Impacto ambiental de energía solar fotovoltaica

En términos de producción de electricidades, los paneles fotovoltaicos devuelven la energía entregada a su construcción aproximadamente en uso 3 años, y emiten, indefinidamente a una central térmica convencional, con menos CO2 diríamos con un 20% de este con el fin de tener la misma cantidad de electricidad producida”. **(Salas, 2009, p14).**

Los impactos ambientales más importantes ocurren en las fases de producción, construcción y desmantelamiento de los sistemas. En la construcción de células fotovoltaicas se utilizan diversos materiales peligrosos para el ambiente y la salud y se consume una cantidad apreciable de energía, a la que está vinculada la emisión de contaminantes atmosféricos, en particular de gases de efecto invernadero. La magnitud de los impactos asociados a la implementación de este ejemplar sistema vinculado a factores como su dimensión, utilidad y naturaleza del espacio para implantación. **(Portal de Energías Renovables, 2009, p.18)**

a. Modulo solar o Panel solar: Componente encargado de transformar la radiación solar en energía eléctrica a través del efecto fotoeléctrico.

Están hechos principalmente por semiconductores (silicio) mono-cristalinos o policristalinos. Los de mejor precio y mayor disponibilidad en el mercado internacional y colombiano es el policristalino. Estos son caracterizados por su potencia nominal o potencia máxima que puede generar este panel en condiciones ideales (radiación de 1kW/m² y temperatura de 25°C) (Sunedison, 2010, p10).

b. Regulador de carga: se centra como un guardián de las baterías, este dispositivo no permite que ellas se sobrecarguen prolongando su vida útil.

Este componente del sistema administra de forma eficiente la energía hacia las baterías prolongando el sistema de sobrecarga y sobre-descarga. Este componente es comercializado basado en su capacidad máxima de corriente a controlar (amperios). (Sunedison, 2010, p. 11).

c. Batería (acumulador): es el componente encargado de almacenar la energía dimensionado para poder acumular la energía requerida por la carga.

La energía eléctrica de los paneles, una vez regulada va a las baterías. Estas almacenan la electricidad para poder usarla en otro momento, su comercialización es basada en la capacidad de almacenar energía y es medida en Amperios hora (Ah) (Sunedison, 2010, p11).

d. Inversor: componente que se podría obviar, pero imprescindible para el funcionamiento de la carga cuando esta que es en casi todos los casos trabaja con corriente alterna (AC).

Este componente convierte la corriente continua y bajo voltaje (12v o 24v típicamente) proveniente de las baterías o controlador en corriente alterna, para el caso de Colombia 120 V, de forma simplificada se puede decir que transforma la corriente continua en una toma corriente convencional. Por lo general es comercializado basado en su potencia en Watts, la cual es calculada como el voltaje por corriente ($P=VI$). Corresponde a la demanda máxima de (potencia) de los equipos que se van a conectar. Se puede prescindir de este componente cuando los equipos a conectar puedan ser alimentados por corriente directa.

Como es el caso de algunos tipos de iluminación, motores y equipos diseñados para trabajar con energía solar (**Sunedison, 2010, p11**).

e. Soporte: es el componente que se selecciona por sus características mecánicas, es decir forma y resistencia. Es aquí el que soporta y mantendrá ubicado al panel o paneles solares.

Este es un componente pasivo de los sistemas de energía solar. Encargado de mantener en su lugar los módulos fotovoltaicos y debe estar proyectado para soportar la intemperie de forma constante, expansiones térmicas durante mínimo 25 años (**Sunedison, 2010, p12**).

Los paneles solares no son compactos estos están formados por unidades de igual características, pero más pequeñas que las llamadas células fotovoltaicas formadas por semiconductores en muchos casos de silicio.

En el caso de la energía solar fotovoltaica las superficies son células formadas por una a o varias láminas de materiales semiconductores, en la mayoría de los casos silicio, y recubiertas por un vidrio transparente que deja pasar la radiación solar y minimiza las pérdidas. Las células se agrupan en módulos para su integración en sistemas fotovoltaicos. Los módulos tienen una vida estimada de 30 años y su rendimiento después de 25 años está por encima del 80% y, aun así, se continúa investigando para incrementar su eficiencia. (**Sunedison, 2010, p12**).

El panel solar no obedece en consecuencia al calor emitido por el sol o que se crea en la atmosfera donde se establece el panel solar, su funcionamiento es sobre la luz solar, debido a esta se genera energía por medio de este fenómeno fotovoltaico.

Cuándo más intensa sea la luz solar, mayor será el flujo de electricidad. No siendo necesario un flujo de luz directa, la electricidad se produce incluso en días nublados al amanecer y al anochecer. Los módulos fotovoltaicos generan corriente continua y se convierten a corriente alterna a por medio de un dispositivo eléctrico llamado “inversor”. Posteriormente la energía eléctrica producida pasa por un “centro de transformación” se adapta la electricidad a las condiciones de intensidad y tensión de las líneas de transporte para su consumo. (**Salas, 2009, p.16**)

Desde 1839 empiezan los estudios sobre el fenómeno fotovoltaico una gran gama de profesionalismo se ha involucrado en este tema hasta la actualidad que los conocimientos, así como tecnologías siguen involucionando.

En 1839, el físico francés Edmundo Bequerel fue el primero en constatar el efecto fotoeléctrico. Más tarde, Willbughby Smith en 1.873 y Lenard en 1.900 verifican su existencia bajo diferentes condiciones. En 1921 Albert Einstein gana el Premio Nobel de Física gracias a un trabajo en el que se describe la naturaleza de la luz y el efecto fotoeléctrico y en el cual está basada la tecnología fotovoltaica. En 1920 el físico norteamericano Millikan corroborará totalmente la teoría de Einstein. Sin embargo, fue en 1954 cuando se construye el primer módulo fotovoltaico en los Laboratorios Bell y es tratado como un experimento científico ya que su coste era demasiado elevado para su utilización a gran escala. **(AMT solar, 2012, p. 20)**

A nivel mundial, la energía solar fotovoltaica se destaca por abastecer sistemas eléctricos cotidianos en países europeos con gran éxito, y de los cuales dependen debido a que no cuentan con reservas petroleras. Por ejemplo, Puig (2009) señala que para el año 2002 la mayor instalación fotovoltaica del mundo estaba en Hemau (Baviera), una de las zonas más soleadas de Alemania: ocupa 7 hectáreas y tiene una potencia de 4 MW. El mismo autor indica que Alemania es el país emblemático con respecto a este tema, ya que sus iniciativas vienen financiándose por el gobierno alemán desde 1991. Ya cerca del año 2000 se inició la cuarta fase del programa “100.000 Tejados Solares”, que buscó incentivar el mercado de los paneles solares a base de créditos a bajo interés. También menciona que el mismo año se agregó la Ley de Energías Renovables al país. Estos sistemas son aplicados en edificaciones de cualquier tamaño. Del tipo administrativo y residencial, o de local comercial, son bastante populares en Europa, y atractivos arquitectónicamente. **(AMT solar 2012, p.21).**

1.3.3 Fundamentos de tecnología fotovoltaica

La energía fotovoltaica se debe al efecto llamado fotoeléctrico, este efecto se da por materiales con propiedades especiales que absorben fotones y desplazan electrones creando una corriente eléctrica.

El fundamento de la energía solar fotovoltaica es el efecto fotoeléctrico o fotovoltaico, que consiste en la conversión de la energía solar en energía eléctrica. Este proceso se consigue con algunos materiales que tienen la propiedad de absorber fotones y emitir electrones, por ello cuando estos electrones libres son capturados el resultado es una corriente eléctrica que puede ser utilizada como electricidad. (Salazar, 2014, p. 26)

La fabricación de las células fotovoltaicas que componen los paneles tienen un proceso muy delicado, aunque se da siempre particularmente.

En 1839 el físico francés Edmundo Becquerel fue el primero en constatar el efecto fotoeléctrico. Más tarde, Wilbughby Smith en 1873 y Lenard en 1900 verifican su existencia bajo diferentes condiciones. En 1921 Albert Einstein gana el premio Nobel de Física gracias a un trabajo en el que se describe la naturaleza de la luz y el efecto fotovoltaico, en el cual está basada la tecnología fotovoltaica. Sin embargo, fue en 1954 cuando se construye el primer módulo fotovoltaico en los Laboratorios Bell y es tratado como un experimento científico ya que su coste era demasiado elevado para su utilización a gran escala. (Salazar, 2014, p.27).

Para la fabricación de células fotovoltaicas, una rejilla semiconductor recibe un tratamiento químico especial para formar un campo eléctrico, positivo en un lado y negativo en el otro. Cuando la luz solar incide en la célula, los electrones son desplazados del material semiconductor. Si ponemos conductores eléctricos tanto del lado positivo como del negativo de la rejilla, formando un circuito eléctrico, los electrones pueden ser capturados en forma de electricidad. (Salazar, 2014, p.28).

1.3.4 Sistema aislado de energía solar fotovoltaico

Esta tecnología se muestra ideal para generar energía en lugares alejados, en zonas de difícil acceso para toda la demanda de accesorios y equipos que se disponen para la conexión eléctrica de las redes.

En base a esta tecnología, podemos disponer de energía eléctrica en lugares inaccesibles para las redes de distribución eléctrica. De esta manera es factible suministrar energía eléctrica a casas de campo, refugios de montaña, sistemas de bombeo de agua, instalaciones ganaderas, sistemas de iluminación, sistemas de comunicaciones, etc. Los sistemas aislados se componen principalmente de captación de energía solar mediante paneles solares fotovoltaicos y almacenamientos de la energía eléctrica acumulada en los módulos de baterías. (C. Monosalvas, 2014, p. 28)

Para determinar los sistemas fotovoltaicos existen conceptos propios de esta generación que son entendibles, pero no muy conocidos, podría decirse:

El convertidor en caso de ser necesario, se encarga de transformar la corriente continua de las baterías en corriente alterna, como la que se obtiene en una toma corriente normal de una vivienda para abastecer de energía a los diferentes aparatos eléctricos, de forma controlada. (C, Monosalvas, 2014, p. 28)

Por ello los parámetros básicos de un sistema solar fotovoltaico contemplan los siguientes rubros, la potencia de los módulos se miden en vatios-pico (Wp), la capacidad de almacenamiento de las baterías se mide en amperios-hora (Ah), la capacidad de regulación de carga en amperios (A), el consumo de energía se determina en vatio-hora (Wh), la potencia necesaria del convertidor en vatios (W). (C, Monosalvas, 2014, p. 28)

1.3.5 Sistema fotovoltaico conectado a una red

Este tipo de sistemas generan electricidad solamente en la disposición de recurso solar, resultan muy factibles ya que no cuentan con baterías las cuales son los componentes de mayor costo dentro del sistema fotovoltaico y las de menor tiempo de vida

Esta aplicación consiste en generar electricidad mediante paneles solares fotovoltaicos e inyectaría directamente a una red de distribución eléctrica. Actualmente, en países como

España, Alemania o Japón, las compañías de distribución eléctrica están obligadas por ley a comprar la energía inyectada a su red por estas centrales fotovoltaicas. **(C. Monosalvas, 2014, p.29)**

El precio de venta de la energía también está fijado por ley de manera que se incentiva la producción de electricidad solar, al resultar estas instalaciones amortizables en un periodo de tiempo que puede oscilar entre los 7 y 10 años. Este tipo de centrales fotovoltaicas pueden ir desde pequeñas instalaciones de 1 a 5kwp en nuestra terraza o tejado, a instalaciones de hasta 100 kwp sobre cubiertas de naves industriales o en grandes extensiones de terreno que se denominan los campos de generación de varios megavatios. El modelo más desarrollado en España fue el conocido como huerto solar, que consiste en la agrupación de varias instalaciones de distintos propietarios en suelo rustico. Cada instalación tiene una potencia de hasta 100 kw que es el umbral que establecía la legislación para el máximo precio de venta de energía eléctrica. **(F. Estrada, 2014, p.30).**

1.4 Formulación del problema

¿El diseño de un sistema fotovoltaico para abastecer la demanda de energía eléctrica a la granja agrícola San Jorge podrá servir para reducir los costos de energía?

1.5 Justificación

1.5.1 Técnica

Se determinará una aplicación de teoría que dará como respuesta la expresión técnica de los parámetros de cálculo y el modelo para el desarrollo de un sistema fotovoltaico específico para la Granja San Jorge la cual se debe establecer de manera puntual para poder cumplir con el objetivo de ahorrar energía.

1.5.2 Social

Se justifica socialmente ya que se emplear una tecnología nueva que podría ser el primer paso para que las industrias se puedan expandir ya que un limitante de estas es justo el recurso energético, el mejorar la industria en el sector requerirá nuevos puestos de trabajo, los cuales serán de beneficio para la sociedad en la zona.

1.5.3 Económica

Se justifica económicamente ya que el objetivo de la investigación justamente apunta a resolver el gasto económico excesivo por parte de la Granja San Jorge, ya que su principal fuente de energía es una grupo generador el cual funciona con combustible fósil, actualmente es la principal preocupación el agotamiento de este recurso y es condición mundial buscar nuevas formas de generar energía, aparte se le suma la alza de este combustible de manera periódica lo cual causa que el gasto en energía aumente mucho más. .

1.5.4 Ambiental

Ambiental mente tiene una gran repercusión por que como se dijo la principal fuente de energía es un grupo generador este contamina directamente al ambiente por la evacuación de los gases contribuyendo al efecto invernadero, por más que a máquina este en perfecto funcionamiento los gases de escape productos de la combustión cuyo componente principal es el CO₂.

1.6 Hipótesis

Si se diseña un sistema fotovoltaico para abastecer la demanda de energía eléctrica a la granja agrícola San Jorge entonces se podrá reducir los costos de energía.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivos General

Diseñar de un sistema fotovoltaico para abastecer la demanda de energía eléctrica a la granja agrícola San Jorge para reducir costos de energía.

1.7.2 Objetivos Específicos

- a. Determinar la demanda de energía eléctrica en la granja avícola.
- b. Dimensionar el sistema fotovoltaico para los consumos de la avícola
- c. Evaluar económicamente el sistema fotovoltaico.

II. MÉTODO

2.1 Diseño de investigación

2.1.1 Tipo de investigación

Aplicada. – No experimental

Ya que los resultados podrán ser aplicados directamente para la solución del problema que se plante y no se manipularán las variables para lograr los resultados.

Descriptiva

Según la toma de datos será descriptiva ya que no se establecerá ninguna operación adicional para recoger los datos requeridos, estos serán colocados tal y como se muestran recogiendo una descripción exacta de la realidad.

2.2 Variables

2.2.1 Variable independiente

Diseño de un sistema fotovoltaico 12v C.C – 380v C.A

2.2.2 Variable dependiente

Reducir costos de energía de la granja avícola San Jorge en Uña de Gato – Jaén – Cajamarca.

Variable independiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador	Escala de Medición
Diseño de un sistema fotovoltaico	Diseñar una sistema que genere energía por el fenómeno fotovoltaico de manera específica para una carga	Determinar la demanda energética	Energía	Razón
		Diseñar el campo solar	Cantidad de paneles	Razón
		Diseñar del banco de acumuladores	Capacidad	Razón
		Inversor controlador	Potencia	Razón
Variable Dependiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador	Escala de Medición
Reducir costos de energía	Reducir los costos que se originen para suministrarse energía de manera directa o indirecta.	Costos de energía sin proyecto	Soles	Razón
		Costos de energía con el proyecto	Soles	Razón

2.3 Población y muestra

Población

Totalidad de unidades de análisis del conjunto que se estudió, como:

- Cargas eléctricas de la Granja San Jorge
- Motores eléctricos
- Paneles solares
- Grupo electrógenos
- Bombas sumergibles.

Muestra

La muestra se determinó para esta investigación del tipo no probabilístico debido a que en esta investigación serán tomados por el investigador de acuerdo a la realidad problemática no interviene la aleatoriedad y el azar (Ñaupas, Mejía, Novoa y Villagómez, 2011, p. 237)

- Cargas eléctricas de la Granja San Jorge

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

TECNICAS	INSTRUMENTOS	OBJETIVO
Observación directa	Ficha de registro de cargas eléctricas	Se revisara las cargas eléctricas en la Granja San Jorge
Análisis de documentos	Ficha de análisis de documentos	Determinar el gasto en energía que se ha realizado por la Granja San Jorge

2.4.2 Validez y Confiabilidad

Validez:

La validez será brindada por la firma de un especialista en generación fotovoltaica. (Ver anexo 4.1 al 4.3)

Confiabilidad:

Será dada por la declaración jurada que se colocará como requisito para presentar los datos como confiables en el desarrollo de la investigación.

2.5 Métodos de análisis de datos

Se usará estadística descriptiva para establecer valores puntuales como la varianza o promedios. Y de determinar tipos de fallas por medio de gráficos y tablas.

2.6 Aspectos éticos

Se usarán los datos solamente para esta investigación comprometiendo que no se usarán para causar ningún daño a la institución, y se coordinara con ella directamente para la publicación de estos cuando se requiera. Se manejará el tema ético alineándonos al código Ontológico del Colegio de Ingenieros del Perú el cual describe al Ingeniero como un especiales con vocación de servicio, vera objetico y ético.

III. RESULTADOS

3.1 Determinar la demanda de energía eléctrica en la granja avícola.

3.1.1 Consumo de galpones

La recolección de datos se realiza directamente de la granja avícola estableciendo dos tipos de consumo uno estable y condicionado a la crianza de pollos que se realiza en los galpones para lo cual se tiene:

Descripción	Cantidad	Unidad
Galpón	5	und
Luminarias	13	und
Potencia	6	W
Tiempo.	9	h/día

Tabla 1: Datos de galpón. **Fuente:** Propia

Para realizar este cálculo de consumo de las luminarias se utilizó esta fórmula:

$$E = Pxt$$

Con lo que se estableció la demanda de energía por galpón como:

Energía	0.702	kWh/día
	21.06	kWh/mes
	256.23	kWh/año

Tabla 2: Energía consumida en el galpón. **Fuente:** Propia

Se considera la energía de todos los galpones existentes se llega a un total de:

Energía	3.51	kWh/día
	105.3	kWh/mes
	1281.15	kWh/año

Tabla 3: Energía consumida total de los galpones. **Fuente:** Propia

3.1.2 Consumo de motores

Y el segundo tipo de consumo es en los motores, este tipo de consumo también se divide en dos, primero la planta de producción ya que esta avícola produce la comida para sus pollos en una planta dentro de la misma avícola. Para esto utiliza una maquina moledora y una mezcladora las maquinas no se prenden al mismo tiempo jamás para no sobrecargar el grupo electrógeno, sus graficas de funcionamiento se muestran a continuación.

Los días lunes miércoles y viernes se sigue la siguiente grafica de funcionamiento:

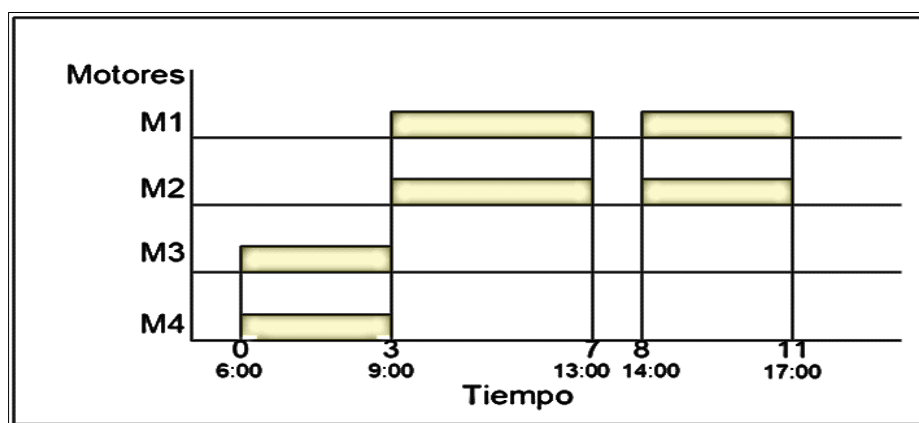


Figura 1: Funcionamiento de motores los lunes, miércoles y viernes. **Fuente:** Propia.

Leyenda:

- M1= Motor moledora de granos del avícola (17 HP)
- M2= Motor moledora (3.5 HP)
- M3= Motor mezcladora (15 HP)
- M4= Mezcladora (2.5 HP)

Para martes miércoles y sábado se sigue la siguiente grafica de funcionamiento

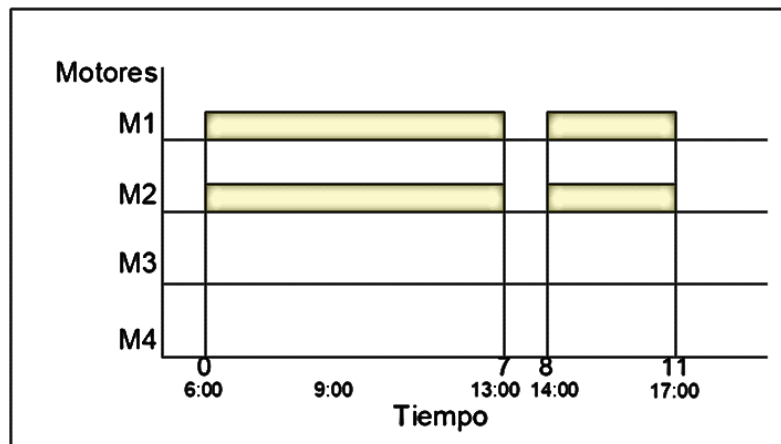


Figura 2: Funcionamiento de motores los martes, jueves y sábados. **Fuente:** Propia.

Donde se aprecia que no todos los motores prenden al mismo tiempo sino tienen una secuencia, el eje de las ordenadas determina el minuto en que se prendió y se apagó el equipo, los motores están ordenados como sigue, según las mediciones que se realizaron en la planta de producción:

Motor	Intensidad	Voltaje	Potencia		
M1	20	380	11.85	kW	MOLEDORA
M2	4.2	380	2.40	kW	
M3	20.7	380	12.26	kW	MEZCLADORA
M4	7.4	380	4.24	kW	

Tabla 4: Potencia de los motores. **Fuente:** Propia

Para obtener estos valores de potencia en kW (Tiempo real de trabajo), se utilizó la siguiente formula:

$$P = \frac{E \cdot I \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \varphi}{1000}$$

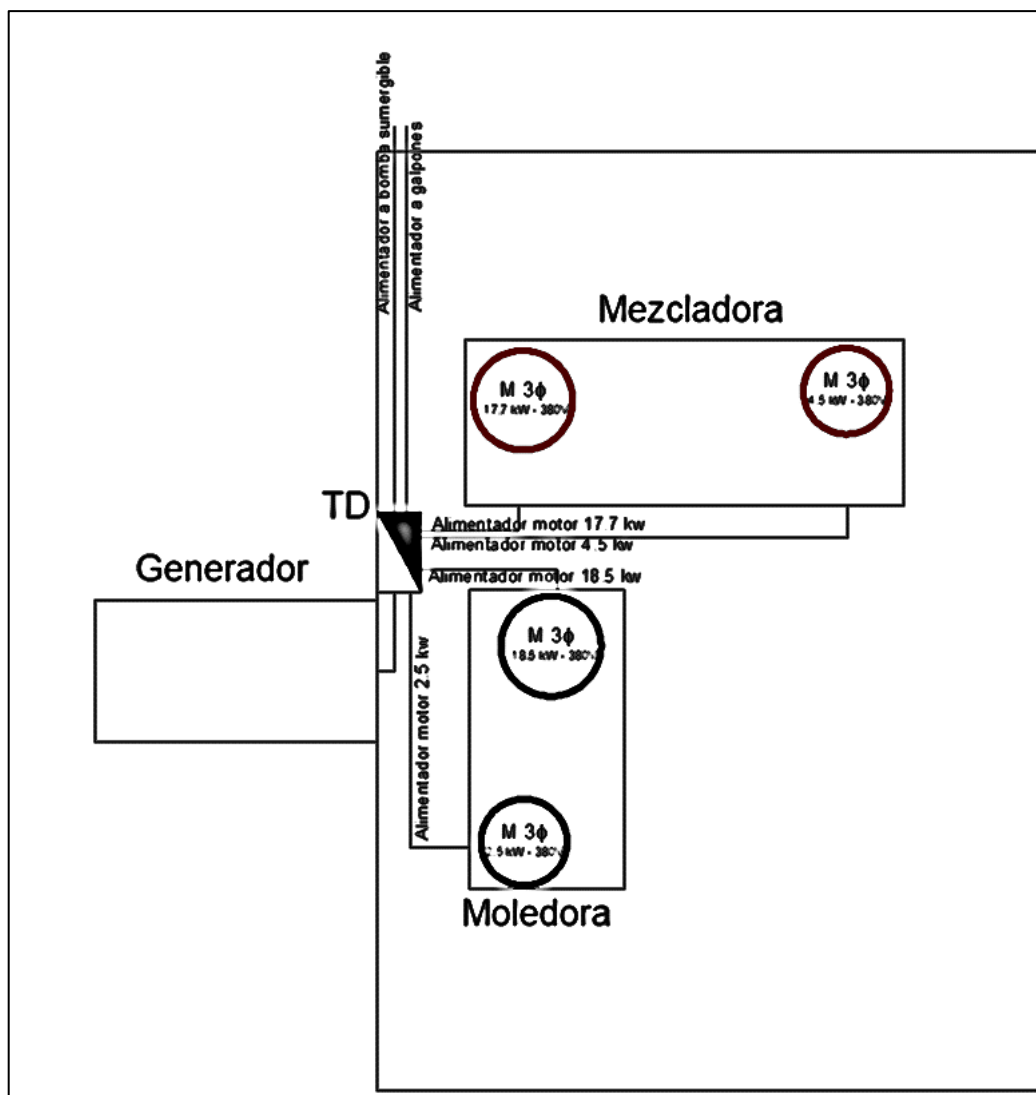


Figura 3: Ubicación de las cargas en la planta de proceso. **Fuente:** Propia.

De acuerdo a las gráficas de funcionamiento se puede determinar cuánto tiempo semanal se prende cada motor.

	MOTOR	Lunes - Miércoles – Viernes		Martes-Jueves- Sábado	
MOLEDORA	M1	7	Horas	10	Horas
	M2	7	Horas	10	Horas
MEZCLADORA	M3	3	Horas		
	M4	3	Horas		

Tabla 5: Tiempo de funcionamiento de los motores. **Fuente:** Propia

Siendo esas las horas que trabaja cada día en la energía que consume cada motor en cada día considerando la potencia y el tiempo como se muestra:

$$E = P \times t$$

Donde:

E : energía (kWh)

P : Potencia (kW)

t : Tiempo (h)

Con lo que se tiene:

Para obtener este cuadro de cargas, se determina con la *tabla 5, ver figura 3, diagrama unifilar*.

MOTOR	ENERGIA (Kw/h)					
	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
M1	82.93	118.47	82.93	118.47	82.93	118.47
M2	16.83	24.05	16.83	24.05	16.83	24.05
M4	36.79	0.00	36.79	0.00	36.79	0.00
M5	12.71	0.00	12.71	0.00	12.71	0.00
TOTAL	149.26	142.52	149.26	142.52	149.26	142.52

Tabla 6: Energía consumida por cada motor por día. **Fuente:** Propia

El otro tipo de consumo de motores está considerado por la bomba ya que cuentan con un pozo tubular que alimenta de fluido a toda la avícola, las características de la bomba son:

POTENCIA	5	kW
TUBERIA SALIDA	2	pulg
VOLUMEN DE LA CISTERNA	15	m ³
TIEMPO PRENDIDA	3	h/día

Tabla 7: Datos de la bomba. **Fuente:** Propia

Considerando los datos que se pudieron obtener, se puede calcular el consumo de energía de la bomba, el cual sería:

POTENCIA	5	kW
TIEMPO PRENDIDA	3	h/día
ENERGIA	15	kWh/día
	450	kWh/mes
	5400	kWh/año

Tabla 8: Energía consumida por la bomba. **Fuente:** Propia.

3.2 Dimensionar el sistema fotovoltaico para los consumos de la avícola

3.2.1 Determinar la radiación de la zona

Las cargas no son las mismas en la avícola, ya que tenemos tres tipos de circuitos muy diferentes en funcionamiento:

- Circuito en los galpones
- Circuito de la bomba
- Circuito del centro de producción

Diseñar un sistema fotovoltaico centralizado que alimente estos tres circuitos tan diferentes en funcionamiento sería muy costoso por las particularidades de almacenamiento, mientras que sin almacenamiento sería adecuado para los dos circuitos que trabajan con motores, pero los galpones requieren permanecer con energía 9 horas al día lo cual no sería posible, por lo tanto, se opta en tener tres diseños diferentes:

- Sistema fotovoltaico autónomo con baterías para galpones
- Sistema de bombeo fotovoltaico sin baterías para el pozo
- Sistema híbrido con grupo generador para planta de producción de alimentos.

Se realizó los tres diseños independientes, como para ellos primero se determina la radiación de la zona que es el tema genérico en los tres sistemas, la avícola está ubicada en las coordenadas:

Coordenadas		
UTM	X	Y
	745815	9378796
Grados decimales	Latitud	Longitud
	-5,5	-78,78

Tabla 9: Ubicación de la Avícola. **Fuente:** Propia



Figura 4: Foto aérea de la avícola. **Fuente:** Google Earth

De acuerdo a la base de datos de la NASA se establecen que para esa coordenada se tendrá:

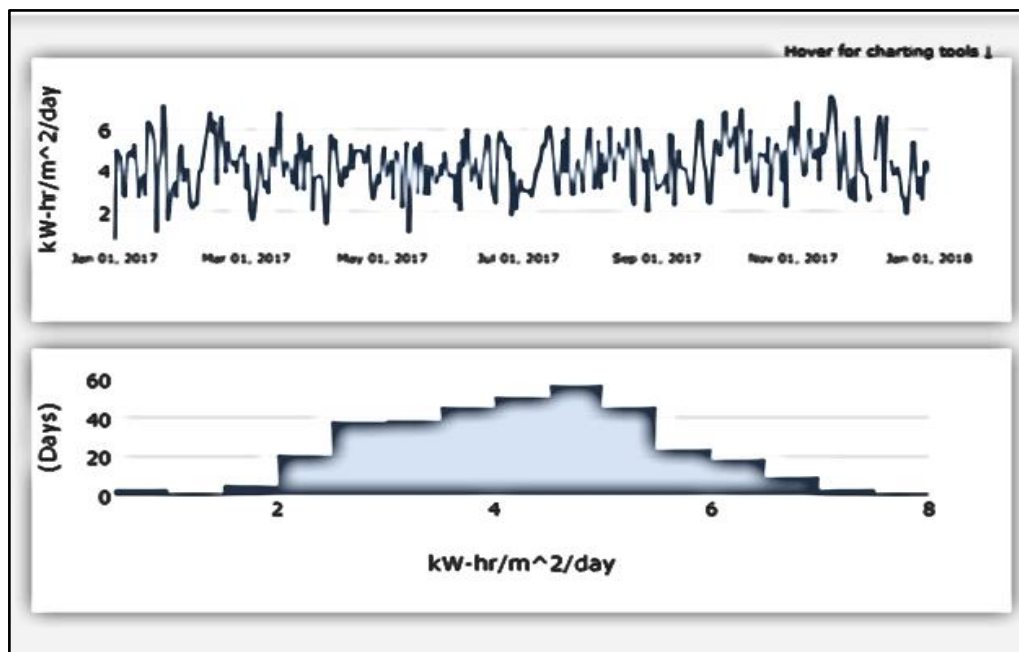


Figura 5: Curvas de radiación de un año en la avícola. **Fuente:** NASA

Según la herramienta interactiva de la nasa se tiene:

Radiación mensual (kWh/m2-día)			
Fecha	Promedio	Máxima	Mínima
ENERO	4.30	7.14	1.98
FEBRERO	4.71	6.80	2.14
MARZO	4.33	6.80	1.55
ABRIL	4.22	5.72	1.35
MAYO	3.96	5.36	2.15
JUNIO	4.28	6.00	1.80
JULIO	4.07	6.10	2.67
AGOSTO	4.46	6.09	1.97
SETIEMBRE	4.40	6.37	2.26
OCTUBRE	4.48	6.96	2.19
NOVIEMBRE	4.93	7.59	2.46
DICIEMBRE	3.58	6.64	1.85

Tabla 10: Índices de radiación en la avícola. **Fuente:** NASA

Con el cuadro generado se pueden determinar las HPS:

$$HPS = \frac{Radiacion (kWh/m2)}{Irradiancia (kWm2)}$$

Donde:

HPS : Horas Pico Solar.

Radiación : depende de la zona

Irradiancia : en la fabricación de paneles solares se determinar como 1000 W/m² para que su potencia pico.

Si aplicamos en la **tabla 10** se tendrá:

Horas Pico Solares - HPS (h)			
Fecha	Promedio	Máxima	Mínima
ENERO	4.30	7.14	1.98
FEBRERO	4.71	6.80	2.14
MARZO	4.33	6.80	1.55
ABRIL	4.22	5.72	1.35
MAYO	3.96	5.36	2.15
JUNIO	4.28	6.00	1.80
JULIO	4.07	6.10	2.67
AGOSTO	4.46	6.09	1.97
SETIEMBRE	4.40	6.37	2.26
OCTUBRE	4.48	6.96	2.19
NOVIEMBRE	4.93	7.59	2.46
DICIEMBRE	3.58	6.64	1.85

Tabla 11: HPS de la avícola. Fuente: Propia

3.2.2 Diseño del sistema fotovoltaico autónomo con baterías para los galpones

Según lo establecido en la tabla 3 los galpones requieren 0.72 kWh al día para funcionar. Esta energía se debe corregir aplicándole un factor de diseño llamado factor global de pérdidas:

$$E = \left(\frac{ET}{R}\right)$$

Donde:

E : Energía real

ET: Energía requerida (0.72 kWh para este caso)

R : Factor global de perdidas

El factor global de pérdidas se calcula:

$$R = (1 - k_b - k_c - k_v)(1 - k_a \frac{N}{P_d})$$

Kb: Coeficiente de pérdidas por rendimiento de las baterías

ka : Coeficiente de pérdidas por auto descarga diaria de baterías

kc : Coeficiente de pérdidas por rendimiento del inversor

kv : Coeficiente de pérdidas varias

N : Días de autonomía

Pd : Profundidad de descarga

Según la nota técnica encontrada estable que los valores de R deben estar entre 6 y 7.5 ya que valores por debajo de 6 determinarían un diseño incorrecto y como consecuencia esto la instalación no será económicamente viable (**Cantos Serrano, 2016 pág. 38**).

También establece los siguientes valores para empezar el diseño:

kb	Factor de pérdidas en el conjunto batería y regulador	0.1
kc	Factor de pérdidas del inversor	0.1
kv	factor de perdidas varias	0.1
ka	Coeficiente de auto descarga diaria de las baterías	0.005
N	número de días de autonomía	3 a 10
Pd	Profundidad de descarga de las baterías	0.7

Tabla 12: Coeficientes para el factor de perdida R. **Fuente:** Cantos Serrano, 2016 pág. 38.

Este coeficiente se tomará al no contar con los datos exactos con la salvedad de los días de autonomía, el diseño en se basará en el criterio del mes más crítico es decir se usará la menor radiación promedio mensual. Que según la tabla 10 será del diciembre con 3.58 kWh/m² -día, estos promedios se lograron gracias a la data obtenida de la NASA, haciendo un compendio de esta data se tiene:

Diciembre		De acuerdo al promedio
Día	Radiación Kwh/m ²	
1	5.31	Superior
2	3.9	Superior
3	3.75	Superior
4	3.72	Superior
5	2.48	Inferior
6	2.8	Inferior
7	3.2	Inferior
8	4.42	Superior
9	6.13	Superior
10	6.64	Superior
11	5.78	Superior
12	2.93	Inferior
13	6.63	Superior

14	5.53	Superior
15	4.51	Superior
16	3.78	Superior
17	3.82	Superior
18	4.17	Superior
19	3.67	Superior
20	2.74	Inferior
21	2.56	Inferior
22	1.85	Inferior
23	2.79	Inferior
24	4.52	Superior
25	5.38	Superior
26	4.29	Superior
27	2.82	Inferior
28	3.66	Superior
29	2.53	Inferior
30	4.37	Superior
31	4.39	Superior

Tabla 13: Radiación diaria del mes más crítico. **Fuente:** NASA

Se puede apreciar que durante el mes de junio hasta 4 días no se lograría la radiación promedio, en este estudio proponemos establecer también el criterio del día más crítico y determinar un escenario donde se diseñe con este criterio.

Por lo tanto, se desarrollará dos escenarios:

- ESCENARIO A: dimensionar un sistema teniendo en cuenta la radiación del día más crítico es decir 1.85 kWh/m² y considerar solo 2 días de autonomía.
- ESCENARIO B: dimensionar un sistema teniendo como base la radiación promedio de 3.58 kWh/m² y considerar 4 días de autonomía.

Calculamos el factor de pérdidas:

	ESCENARIO	ESCENARIO
	A	B
R	0.69	0.68
Kb	0.1	0.1
Kc	0.1	0.1
Kv	0.1	0.1
Ka	0.005	0.005
N	2	4
Pd	0.7	0.7

Tabla 14: R para cada escenario. **Fuente:** Propia

Con este calculamos el consumo real es decir que se requiere

	ESCENARIO	ESCENARIO	Unidades
	A	B	
E	1.02	1.03	kWh
ET	0.70	0.70	kWh
R	0.69	0.68	

Tabla 15: Energía requerida para cada escenario. **Fuente:** Propia

Determinamos la potencia del campo:

$$PpC = \left(\frac{E}{HSP} \right)$$

Donde:

Ppc : Potencia del Campo solar
E : Energía requerida
HSP : Horas solares pico.

Se tiene:

	A	B	Unidades
PpC	0.55	0.26	kW/m2/dia
HSP	1.85	4.03	h
E	1.02	1.03	kWh/m2/dia

Tabla 16: Potencia de campo solar para cada escenario. **Fuente:** Propia.

Establecemos los paneles en serie y en paralelo, para esto ya debemos seleccionar un panel, guiándonos de la tecnología para estos dispositivos, se tendrá en cuenta que los de mayor rendimiento son los monos cristalinos, se usara como proveedor **Autosolar** (<https://autosolar.pe>), ya que ha sido el único contacto que ha establecido prioridad sobre nuestras dudas en cuanto a costo y datos técnicos. Con este criterio Autosolar solo cuenta con el panel mono cristalinos RED165-36M con el cual empezaremos a dimensionar el sistema. (ver ficha técnica en Anexos).

Calculamos la cantidad de paneles que se deben tener en paralelo:

$$NP_s = \left(\frac{V_{ns}}{V_{np}} \right)$$

Donde:

NPs : Numero de paneles en serie
 Vns : Voltaje del sistema
 Vnp : Voltaje del panel

El voltaje del sistema se elegirá de acuerdo al inversor en nuestro caso el sistema no es tan complicado por lo tanto se empezará el cálculo con un voltaje cercano al del panel es decir 12V. con lo que se tiene:

	A	B	Unidades
Nps	0.63	0.63	Unidades
Vns	12	12	V
Vnp	18.92	18.92	V

Tabla 17: Numero de paneles en serie para cada escenario. **Fuente:** Propia

Al no poder fraccionar los paneles, es decir no se podría conseguir 0.63 paneles ya que son elementos solidos fijos, se establece como el numero entero superior más próximo en este caso se requiere 1 panel en serie solamente para conseguir el voltaje requerido. El número de paneles en paralelo se determina de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$NP_p = \left(\frac{PpC}{NP_s \cdot W_p} \right)$$

NPp : Numero de paneles en paralelo
Ppc : Potencia del Campo solar
NPs : Numero de paneles en serie
Wp : Watts pico del panel seleccionado

	A	B	Unidades
NPp	3.33	1.55	Unidades
PpC	549.94	255.88	W/m2/dia
Nps	1.00	1.00	Unidades
Wp	165	165	W

Tabla 18: Numero de paneles en paralelo para cada escenario. **Fuente:** Propia

Del mismo modo que los paneles en seria no se podrían fraccionar por lo tanto solo se requiere un panel en paralelo con lo que el número de paneles totales seria la multiplicación de los paneles en serie y los paneles en paralelo:

$$NP_T = NP_s \cdot NP_p$$

Donde

NPt : Numero de paneles totales
NPp : Numero de paneles en paralelo
NPs : Numero de paneles en serie.

Lo que establece que se requerirá solo un panel para el sistema.

Escenario	A	B	
Npt	4	2	Unidades
Nps	1	1	Unidades
Npp	4	2	Unidades

Tabla 19: Paneles totales para cada escenario. **Fuente:** Propia

Calculamos la cantidad de baterías que se requieran, calculando primero la capacidad de todo el sistema acumulador:

$$C_u = E \cdot N$$

Donde

Cu: Capacidad del banco de acumuladores

E : Energía requerida

N : Días de autonomía

Por lo tanto, para cada escenario se tendrá:

	A	B	Unidades
Cu	2035	4129	Wh
E	1017	1032	wh/día
N	2	4	día

Tabla 20: Capacidad del banco de acumuladores cada escenario. **Fuente:** Propia

Esta es la capacidad que requiere todo el sistema, pero no la que se va a almacenar en el banco ya que no tomaremos toda la capacidad e la batería que se selecciona, sino solo el 70% que es lo que se recomendó para la profundidad de descarga. Por lo tanto, esto solo será el 70% de todo el banco con lo que se debe corregir esta capacidad a la que deben tener las baterías que se seleccionen, las baterías seleccionadas deben abarcar una capacidad de:

$$C_N = \frac{C_u}{P_d}$$

Donde:

Cn: capacidad nominal del banco de acumuladores

Cu: Capacidad del banco de acumuladores

Pd: Profundidad de descarga.

	A	B	Unidades
Cn	2907	5899	Wh
Cu	2035	4129	Wh
Pd	70%	70%	

Tabla 21: Capacidad nominal del banco de acumuladores para cada escenario. **Fuente:** Propia

Realizamos la transformación de esta capacidad en Wh a Ah teniendo en cuenta un voltaje para el sistema, al igual que en los paneles se tomará 12V. con lo que se transformar a Ah la capacidad del banco:

$$C_{NT_Ah} = \frac{C_{NT}}{V_{ns}}$$

Cnt-Ah: Capacidad nominal del banco de acumuladores en Ah

Cnt : Capacidad nominal del banco de acumuladores en Wh

Vns : Voltaje del sistema

Tenemos:

	A	B	Unidades
Cnt_Ah	242	492	Ah
CNT	2907	5899	Wh
Vns	12	12	V

Tabla 22: Capacidad nominal en Ah del banco de acumuladores para cada escenario. **Fuente:** Propia

Las baterías en serie serán solo 1 ya que la batería que se seleccione será del mismo voltaje que el sistema, solo calcularemos las baterías en paralelo. Al igual que los paneles debemos determinar un acumulador para el sistema, se usará la Batería UPower 260Ah 12V UP-GC12TOP se trata de una batería con una muy buena relación precio-durabilidad para instalaciones solares de pequeño y medio tamaño del mismo proveedor que del panel. Con lo se podrá calcular cuantas baterías se requieren para cada escenario:

$$NB_P = \frac{C_{nt-Ah}}{C_b}$$

Cnt-Ah : capacidad nominal del banco de acumuladores en Ah

Cb: capacidad de la batería

NBp : Cantidad de baterías en paralelo

Tenemos:

	A	B	Unidades
NBp	0.93	1.89	unid
Cn	242.24	491.60	Ah
Cb	260	260	Ah

Tabla 23: Cantidad de baterías en paralelo. **Fuente:** Propia

Considerando que no se pueden fraccionar al igual que los paneles se tendrá 1 batería en paralelo para el escenario A y 2 baterías en paralelo para el escenario B. multiplicadas por la cantidad de baterías en serie se tendrán los mismos resultados ya que solo se requiere una batería para lograr el voltaje del sistema.

Realizando un resumen para identificar cual escenario se debe considerar se tiene:

	ESCENARIO	
	A	B
PANELES	4	2
BATERIAS	1	2

Tabla 24: Resumen de los escenarios. **Fuente:** Propia

Con esta tabla se puede apreciar que la diferencia entre escenarios la impondrá los acumuladores y paneles, lo que corresponde a que se elegirá el escenario B para seguir dimensionando el sistema, ya que económicamente será mejor que el A.

Faltaría seleccionar el inversor y regulador, se debe tener en cuenta solo los parámetros en los cuales se va a trabajar para el controlador de carga se establecer el más económico según el fabricante (autosolar) que trabaje con:

Voltaje máximo de salida del panel	Voc	22.71	V	Parámetros de ingreso del controlador
Amperaje máximo de salida del panel	Icc	9.85	A	
Voltaje de carga (0.05V)	Vcharge	14.8	V	Parámetros de Carga de la Batería

Tabla 25: Parámetros para la selección del Controlador. **Fuente:** Propia

Se seleccionó el regulador PC1500B Series PWM - Regulador carga solar.

Para la selección del inversor ocurrirá algo similar pero el condicionante será solo las características del regulador y el requerimiento del sistema:

Voltaje de salida (CC)	12	V
Intensidad de salida	10	A

Tabla 26: Parámetros del regulador para selección del inversor. **Fuente:** Propia

Los datos de la tabla 25 serían los que se deben considerar como ingreso al inversor y este debe tener una salida de:

Voltaje de salida	220	V
Potencia de salida	72	W

Tabla 27: Parámetros de la carga para selección del inversor. **Fuente:** Propia

Los parámetros de la tabla 26 son las condiciones de funcionamiento que requiere la carga por lo tanto será las que deberá suministrar el inversor seleccionado, se seleccionó el inversor Phoenix 12/250 que tiene:

Potencia 25°C	200	W
Potencia 40°C	175	W
Voltaje de salida (AC)	230	V
Frecuencia	60	Hz
Voltaje de entrada (CC)	9,2-17	V

Tabla 28: Datos de relevancia del inversor para su selección. **Fuente:** Propia

Con lo que el sistema para cada galpón sería:

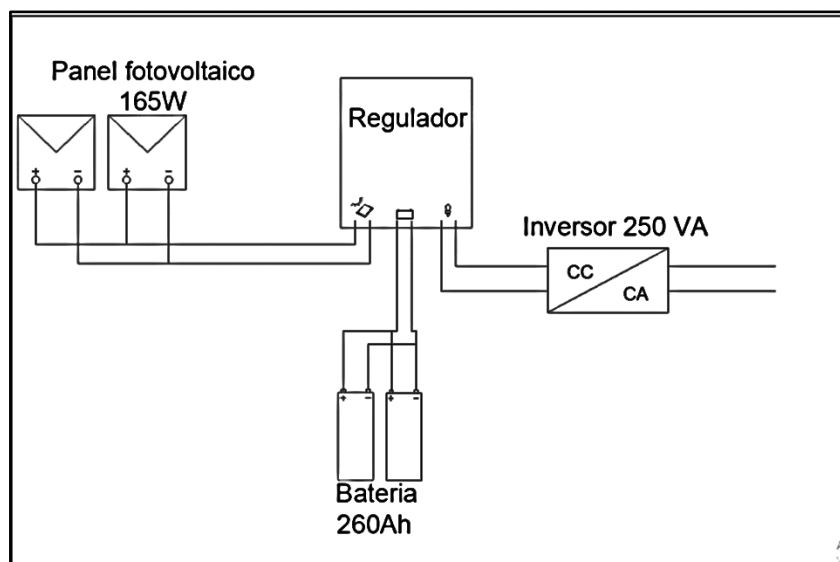


Figura 6: Esquema pictórico del sistema para galpón. **Fuente:** Propia

3.2.3 Diseño del sistema fotovoltaico para la bomba de agua

Los sistemas bombeo fotovoltaicos se diseñan a partir del pozo y sus características, en este caso obviaremos este criterio por tener el sistema de bombeo ya dimensionado y acondicionado en la avícola. La raíz de la economía de un sistema fotovoltaico es el almacenamiento de energía, el cual se obvia por que este se dimensiona para almacenar la cantidad de fluido requerido al día multiplicado por los días de autonomía del diseño.

Según lo establecido durante la investigación la bomba aprovecha el funcionamiento del grupo generador y como se muestra en la tabla 8 esta prende 3 horas de manera interdiaria, es decir con una carga de la bomba puede trabajar hasta dos días.

Se utilizará el cálculo para determinar si es posible obviar en este sistema los días de autonomía, considerando cuanta energía disponemos en el peor escenario en este caso el mes de julio.

Establecemos un porcentaje de pérdidas en los equipos que debemos utilizar

Perdidas	35%
Perdidas en equipos de inversión y regulador de arranque	20%
Perdida de energía en cables	5%
Perdidas varias	10%

Tabla 29: *Perdidas en los equipos del bombeo. Fuente: Propia*

La pérdida por la instalación de cables es muy reducida, ya que los paneles se plantean instalar sobre el tejado del cuarto de la bomba con la longitud del techo hasta la bomba sumergible tenemos 110m y reutilizando el mismo cable de la instalación las pérdidas por efecto joule será:

$$P_{cu} = R_{cable} \times I_t^2$$

Donde:

P_{cu} : Pérdida por efecto joule
 R : resistencia del cobre
 I_t : Intensidad que se transporta.

Si consideramos que la resistencia del cable se determinará a partir de la resistividad como:

$$R = \frac{\rho \cdot L}{S}$$

Donde:

R : resistencia
 ρ : resistividad del cobre
 L : longitud del cable
 S : sección del cable

Podemos determinar las pérdidas por efecto joule de las dos fórmulas, resumiéndolas en:

Pcu	16.25	W
ρ	0.0171	Ωmm ² /m
L	110	m
S	10	mm ²
It	9.30	A

Tabla 30: Pérdidas por efecto joule. **Fuente:** Propia

De acuerdo al requerimiento de trabajo de 3h durante el funcionamiento de la bomba se tiene una pérdida de energía de 48.76 Wh lo que hace un 0.33% de la energía requerida por la bomba calculada en la tabla 8. Estas pérdidas se estarán considerando en el 10% de las pérdidas varias.

Considerando estas pérdidas tendrá un 35% de pérdidas en el sistema la energía requerida para realizar el trabajo de 3 horas de la bomba será de:

$$E = Eb \cdot \left(1 + \frac{\text{Pérdidas}}{100}\right)$$

Donde:

E : Energía real

Perdidas: las pérdidas que tendrá el sistema

Eb: Energía teórica de la bomba

Tenemos;

E	20.25	kWh
Eb	15	kWh
Perdidas	35%	

Tabla 31: Energía real requerida al sistema. **Fuente:** Propia

Ya calculada la energía requerida procedemos al cálculo del sistema sobre las fórmulas que se emplearon para determinar la potencia del campo la diferencia es que en lugar de usar las HSP utilizaremos las horas que se usan para el bombeo eso nos asegura que se determinara una potencia de campo que sea suficiente para la bomba y sus pérdidas, con lo que se tiene:

	Cantidad	Unidades
PpC	6.8	kW
H	3	h (mes julio)
E	20.25	kWh

Tabla 32: Energía real requerida al sistema. **Fuente:** Propia

No usaremos el mismo panel que se usó en los galpones ya que la tecnología de inversor determina un voltaje alto en su ingreso para el cual se generó varios cálculos con los paneles del proveedor después de varias tabulaciones se determinó el panel **Arun-Waaree serie WS-200**, calculamos los paneles en serie determinando primero el requerimiento de ingreso al inversor, existe la tecnología denominada regulador de bombeo, este dispositivo realiza la función del inversor y arrancador para sistemas de bombeo que trabajen con bombas de corriente alterna, y es el que emplearemos para esta investigación, lo elegimos por proveedor ya que el costo será menos si todos los

dispositivos los compramos en el mismo proveedor, y potencia de salida, encontramos el más cercano a nuestra potencia en el equipo **WaterPumpInverter Quadro 7.5kW**. El cual tiene como características:

$$Nps = \frac{Vns}{Voc}$$

Donde:

NPs : Numero de paneles en serie
Vns : Voltaje del sistema (del regulador de bombeo)
Voc : Voltaje de circuito abierto del panel.

Los paneles en serie serian un total de:

Nps	16.36	Und.
Vns	540	V
Voc	33	V

Tabla 33: Paneles en serie. **Fuente:** Propia

Al igual que el anterior cálculo de paneles en serie se tomará el entero superior que es de 17, con lo cual se tendrá un voltaje de ingreso de 561 VDC el cual es inferior al voltaje máximo de ingreso al regulador de bombeo que es de 800 VDC.

Para los paneles en paralelo se usará el mismo procedimiento que para los galpones obteniéndose:

NPp	1.99	Unidades
PpC	6750.00	W
Nps	17.00	Unidades
Wp	200	W

Tabla 34: Bloques de paneles en serie dispuestos en paralelo. **Fuente:** Propia

Con esto se determinará que se requerirán 1.99 paneles en paralelo, como aclaración, en realidad aquí será “ramas de paneles en serie en paralelo” es decir de los 17 paneles en serie que se dispongan se requerirá una más para lograr la potencia determinada, debe ser una rama entera de 17 paneles por que al igual que en los galpones si se obvia una fracción de la rama no se podrá obtener el voltaje requerido, ya que al ponerlas en paralelo los voltajes se igualaran y deberán igualarse al voltaje menor, es decir al que tenga menos paneles.

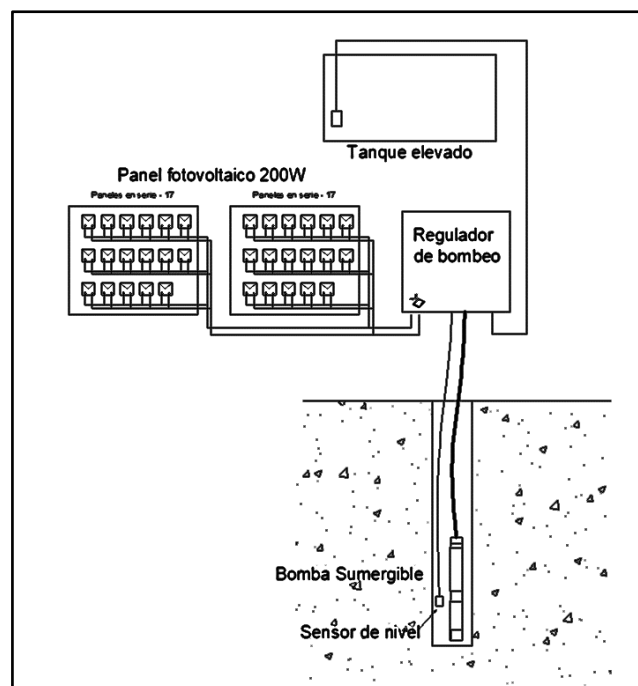


Figura 7: Esquema de instalación del bombeo solar. **Fuente:** Propia

3.2.4 Diseño del sistema fotovoltaico para la procesadora de alimento

La procesadora trabaja con motores durante todos los días y como se observa en la tabla 5 trabaja durante 10 horas al día, en los galpones al ser la carga muy reducida no hubo problemas de seguir el promedio de radiación del mes más crítico, pero este no es la menor radiación que se presentó en la zona, viendo la importancia de la producción en la avícola se determinara primero que mes es el dónde se presentó la menor radiación:

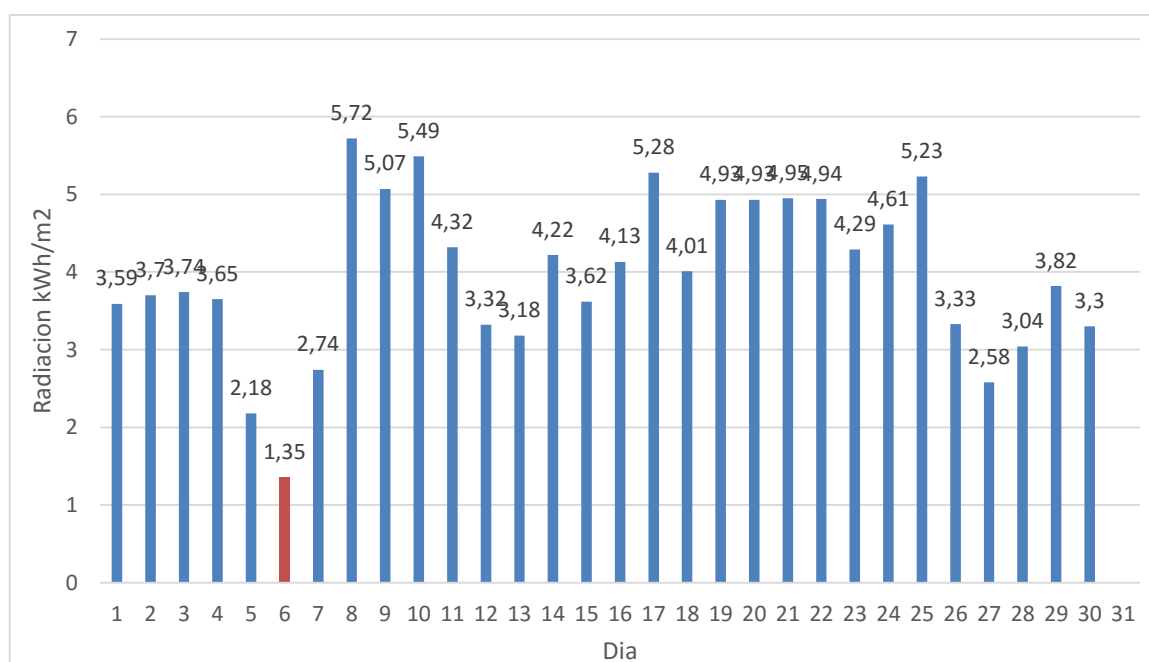


Figura 8: Radiación diaria del mes de Julio. **Fuente:** NASA

Se trabajará con una radiación promedio del mes de 3.98 las HPS se estable que solo tendremos 3.98 h de sol para poder trabajar con la procesadora, a menos que se considere en el diseño un sistema de carga, no se podría tener el trabajo de las 10 horas que se requieren he aquí en que no se descarta el uso del generador por lo menos para las 6.02 horas que no podrá cubrir el sistema.

Al igual que el sistema de bombeo se determinó usar las mismas pérdidas tanto en instalación como en equipos es decir un 35% mayor a la energía requerida. Esta potencia requerida para determinar la energía que consumen los motores será la máxima demanda de la planta de proceso, es decir la demanda de los motores que se requiere, para esto

haremos un cuadro de carga con intervalos de una hora sobre el día que se utilizan las dos maquinas la mezcladora y moledora:

HORAS		POTENCIA (kW)				MD (kW)
		MOLEDORA		MEZCLADORA		
		M1	M2	M3	M4	
		11.85	2.40	12.26	4.24	
00:00	01:00					0
01:00	02:00					0
02:00	03:00					0
03:00	04:00					0
04:00	05:00					0
05:00	06:00					0
06:00	07:00			1	1	16.5
07:00	08:00			1	1	16.5
08:00	09:00			1	1	16.5
09:00	10:00	1	1			14.3
10:00	11:00	1	1			14.3
11:00	12:00	1	1			14.3
12:00	13:00	1	1			14.3
13:00	14:00					0.0
14:00	15:00	1	1			14.3
15:00	16:00	1	1			14.3
16:00	17:00	1	1			14.3
17:00	18:00					0
18:00	19:00					0
19:00	20:00					0
20:00	21:00					0
21:00	22:00					0
22:00	23:00					0
23:00	00:00					0

Tabla 35: Cuadro de cargas del día que se usan las dos máquinas. **Fuente:** Propia

Se aprecia que la máxima demanda, es decir la mayor demanda de potencia que se utilizará en un momento determinado será de 16.5 kW, considerando que debe trabajar 3.98 horas que son de las que dispone de HSP, y se tiene un 35% de pérdidas en dispositivos e instalación al igual que es sistema de bombeo se tendrá que abastecer:

MD	16.50	kW
HSP	3.98	h
EP	65.59	kWh
Perdidas	35%	
E	88.55	kWh

Tabla 36: Máxima demanda del campo. **Fuente:** Propia

Con esto el campo deberá tener una potencia de:

	Cantidad	Unidades
PpC	22.3	kW
H	3.98	h
E	88.55	kWh

Tabla 37: Potencia del campo. **Fuente:** Propia

Para establecer los paneles solares en serie utilizaremos el panel ya establecido en el bombeo. Y el controlador de bombeo como se explico es adecuado para el funcionamiento de los motores, su importancia radica en regular el amperaje de arranque en los motores.

Si los paneles en serie se calculan disponiendo el voltaje mínimo de carga del controlador de bombeo se tendrá:

Nps	16.36	Und.
Vns	540	V
Vnp	33	V

Tabla 38: Paneles en seria para el bombeo. **Fuente:** Propia

Tendríamos que utilizar 17 paneles con los cuales debemos calcular cuántos de estos arreglos se podrán en paralelo, se repite que el procedimiento de cálculo abarca las

teorías de los dos sistemas anteriores, con ciertas variaciones adecuadas a la carga, se tendría:

NPp	6.55	Unidades
PpC	22274	W
Nps	17.00	Unidades
Wp	200	W

Tabla 39: Bloques de paneles en serie que se dispondrán en paralelo para el bombeo. **Fuente:** Propia

Se puede ver que solo se requieren 6.55 de estas ramas en paralelo lo que quiere decir que el 45% de una rama estaría sin utilidad, este porcentaje ocupa 7.65 paneles, prácticamente 8 paneles de una de las ramas que 17 paneles que se colocaran en paralelo, no son necesarios es decir serán paneles desperdiciados.

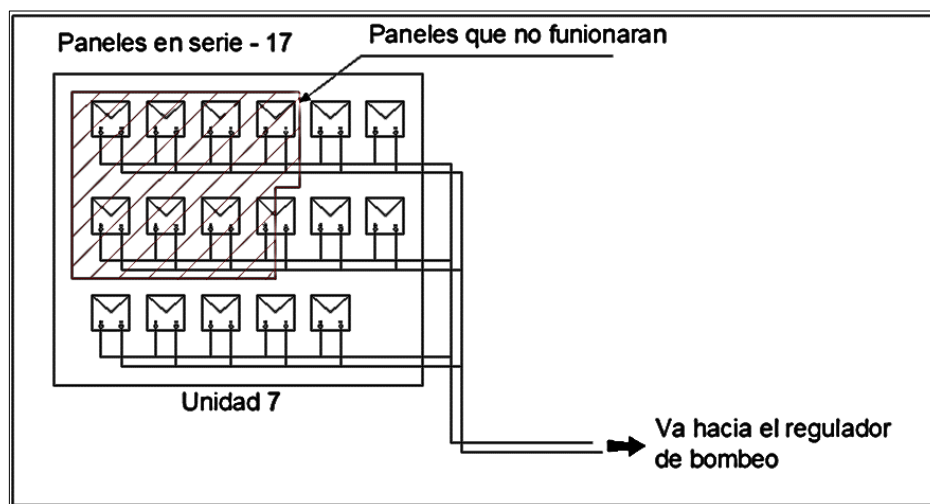


Figura 9: Rama en serie número 12. **Fuente:** Propia

El regulador de bombeo nos da un margen de voltajes de ingreso si bien requiere como mínimo 540 VDC también establece como máximo 800 VDC para su correcto funcionamiento teniendo este parámetro a partir a de los 17 paneles que sé que como se aprecian no será conveniente ya que se tendrían muchos paneles produciendo energía que no aproveche, tabularemos hasta encontrar la cantidad de paneles (ramas de paneles en serie) en paralelo que utilicen el mayor número posible durante su funcionamiento.

Nps	Voltaje de ingreso al Regulador	Npp	Npp (real)	Porcentaje de rama desperdiciado	Paneles desperdiciados
17	561	6.55	7.00	45%	7.63
18	594	6.19	7.00	81%	14.63
19	627	5.86	6.00	14%	2.63
20	660	5.57	6.00	43%	8.63
21	693	5.30	6.00	70%	14.63
22	726	5.06	6.00	94%	20.63
23	759	4.84	5.00	16%	3.63
24	792	4.64	5.00	36%	8.63

Tabla 40: Tabulación de paneles en serie y paneles en paralelo. **Fuente:** Propia

Como se ve el porcentaje de rama desperdiciado es simplemente la fracción que le falta a los Npp calculado para llegar al Npp que debería asumirse como real (ya que los paneles no pueden fraccionarse), si determinamos este porcentaje de paneles que no se utilizan no como porcentaje sino como paneles se tendrá la columna de paneles desperdiciados es decir lo que no funcionarían en nuestro sistema, no será necesario establecer los números enteros ya que solo hemos recurrido a esta tabulación para confirmar cual arreglo genera menos desperdicios este arreglo será el de 19 paneles en serie y 6 paneles (ramas de paneles en serie) en paralelo. Esto hace una total de 114 paneles.

Confirmamos que con estos 115 paneles se logre la potencia requerida:

MD	16.50	kW
Perdidas	35%	
PpC	22	kW
PpC real	23	kW

Tabla 41: Calculo de la potencia real que otorgara el campo. **Fuente:** Propia

El controlador de bombeo mantiene el trabajo por motor por lo tanto para cada motor se deberá tener una controladora de bombeo, si nos fijamos en la tabla 30 los motores de la mezcladora no encienden al mismo tiempo que los motores de la moledora lo que nos

permitiría establecer solamente dos reguladores de bombeo, acondicionando un anclaje electromecánico para que encienda los motores de la moledora o de la mezcladora, según la potencia que tienen los motores se seleccionara los siguientes reguladores:

ACS355								
Rangos para ACS355 IP20			Código tipo	Tamaño de bastidor	IP20/UL open			
P_N kW	P_N hp	I_{2N} A			H mm	W mm	D mm	Peso kg
Alimentación AC trifásica, 250 - 800 V DC o 380 - 480 V AC								
5.5	7.5	15.6	ACS355-03E-15A6-4	R3	236	169	169	2.5

Tabla 42: Datos técnicos regulador 5.5 kw. **Fuente:** Catalogo del regulador.

ACSM1								
Rangos para ACSM1 IP20			Código de tipo	Tamaño de bastidor	IP20/UL open			
P_N kW	P_N hp	I_{2N} A			H mm	W mm	D mm	Peso kg
Alimentación AC trifásica, 270 - 800 V DC o 380 - 480 V AC								
22	30	50	ACSM1-04AS-046A-4	C	467	165	225	10

Tabla 43: Datos técnicos regulador 22 kw. **Fuente:** Catalogo del regulador.

Aunque son cuatro motores al no utilizar los cuadros al mismo tiempo se propone con el criterio de economizar, el utilizar solo dos reguladores de con el siguiente esquema:

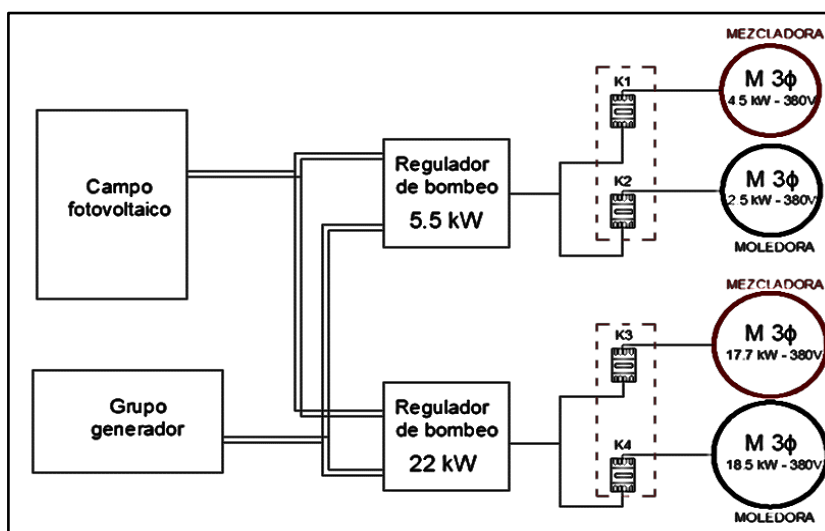


Tabla 44: Esquema propuesto para utilizar dos reguladores. **Fuente:** Propia.

Los contactores K1 y K2 deben estar anclados eléctricamente para que no puedan ingresar al mismo tiempo, al igual que los contactores K3 y K4, con esto se asegura el mismo funcionamiento del proceso actual.

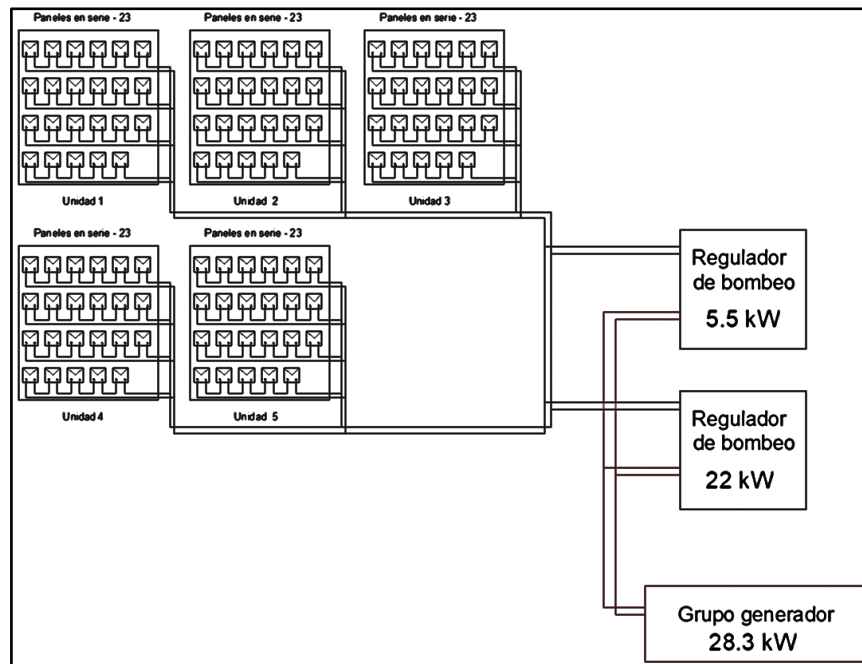


Figura 9: Diagrama pictórico de la instalación del campo solar. **Fuente:** Propia

Como se explicó en el inicio de este sistema la generación fotovoltaica no podrá otorgar toda la energía requerida al sistema durante las 10 horas, Como se advierte el grupo generador también se ve involucrado dentro del proceso ya que no se podrá cubrir la demanda total simplemente con los paneles.

La siguiente grafica establece la comparación de la energía requerida por la maquinaria y la energía entregada por el campo, la energía entregada se calcula restándole el 35% de pérdidas de la potencia del campo solar y multiplicarla por las 3.98 HSP que dispone el arreglo fotovoltaico.

MD	16.50	kW
Perdidas	35%	
PpC	22	kW
PpC real	23	kW

Tabla 45: Potencia de salida hacia la maquinaria. **Fuente:** Propia.

Partiendo desde el medio día que donde la generación solar está en su máxima etapa establecemos las 3.98 HSP por debajo de las 12 del mediodía.

HORAS		ENERGIA REQUERIDA (kWh)	ENERGIA OTORGADA (kWh)	ENERGIA DEL GRUPO (kWh)
00:00	01:00	0	0	0
01:00	02:00	0	0	0
02:00	03:00	0	0	0
03:00	04:00	0	0	0
04:00	05:00	0	0	0
05:00	06:00	0	0	0
06:00	07:00	16.5	0	16.5
07:00	08:00	16.5	0	16.5
08:00	09:00	16.5	0	16.5
09:00	10:00	14.3	16.50	0
10:00	11:00	14.3	16.50	0
11:00	12:00	14.3	16.50	0
12:00	13:00	14.3	16.50	0
13:00	14:00	0.0	0	0
14:00	15:00	14.3	0	14.3
15:00	16:00	14.3	0	14.3
16:00	17:00	14.3	0	14.3
17:00	18:00	0	0	0
18:00	19:00	0	0	0
19:00	20:00	0	0	0
20:00	21:00	0	0	0
21:00	22:00	0	0	0
22:00	23:00	0	0	0
23:00	00:00	0	0	0

Tabla 46: Comparación de la energía requerida y otorgada por el sistema. **Fuente:** Propia.

3.3 Evaluar económicamente el sistema fotovoltaico

3.3.1 Costo de instalación

Para la evaluación económica primero se determinará el costo de la instalación cotizado de proveedores peruanos, el primer costo de instalación será materiales:

INTALACIONES	COMPONENTE	COSTO	UNIDADE	INSTALACIONES	TOTAL
GALPON	Batería UPower 260Ah 12V UP-GC12TOP	S/ 1,454.55	2	5	S/ 14,545.50
	monocristalinos RED165-36M	S/ 859.71	2		S/ 8,597.10
	regulador PC1500B Series PWM	S/ 335.00	1		S/ 1,675.00
	Inversor Phoenix 12/250	S/ 435.37	1		S/ 2,176.85
	Estructura soporte 1490 x 990 mm Al	S/ 37.00	2		S/ 370.00
	Tablero	S/ 225.00	1		S/ 1,125.00
BOMBA	Arun-Waaree serie WS-200	S/ 556.65	34	1	S/ 18,926.10
	WaterPumpInverter Quadro 7.5kW	S/ 3,277.38	1		S/ 3,277.38
	Estructura soporte 1490 x 990 mm Al	S/ 37.00	34		S/ 1,258.00
	Tablero	S/ 750.00	1		S/ 750.00
MOTORES	Arun-Waaree serie WS-200	S/ 435.37	114	1	S/ 49,632.18
	inversor de bombeo ACS355-03E-1546-4 5.5kw	S/ 1,750.36	1		S/ 1,750.36
	inversor de bombeo ACSM1-04AS-046A-4 22kw	S/ 9,436.15	1		S/ 9,436.15
	Estructura soporte 1490 x 990 mm Al	S/ 37.00	114		S/ 4,218.00
	Tablero	S/ 2,500.00	1		S/ 2,500.00
					S/ 120,709.99

Tabla 47: Costo de inversión para sistemas fotovoltaicos. **Fuente:** Propia.

- Para llegar a este cuadro y determinar el número de baterías y paneles. (ver tabla 18, tabla 24)

- Para determinar la cantidad de paneles “Arun-Waaree serie WS-200”, hemos utilizado la **tabla 33** con su respectiva formula.

En cuanto a la instalación según la cotización que se le pidió a una empresa dedicada a instalaciones eléctricas la obra demoraría 20 días lo que llevaría a un gasto de, S/. 12 000.00 lo que haría un costo de inversión de:

COSTO DE MATERIALES	S/ 120,237.62
COSTO DE INSTALACION	S/ 12,000.00
COSTO DE TRANSPORTE	S/ 3,000.00
	S/ 135,709.99

Tabla 48: Resumen de la instalación. **Fuente:** Propia.

Se debe apreciar que se incurre también en un costo de transporte que esta desagregado en el costo del flete de los materiales de lima a Jaén de S/. 2 500.00 y el transporte de Jaén a la avícola de S/. 500.00, el costo total de la instalación será S/135,709.99.

3.3.2 Ingreso económico del proyecto

El ingreso será condicionado por el ahorro que se logra con los sistemas fotovoltaicos para eso calculamos cuánto dinero se gasta en la alimentación de la avícola con energía eléctrica.

Según el personal de la avícola el motor de combustión gasta semanalmente 12 latas de combustible, cada unidad de medida llamada lata tiene un volumen de 5 galones, con lo que se puede determinar la cantidad de combustible que se gasta semanalmente galones:

12	LATAS
5	GALONES POR LATA
60	GALONES TOTAL

Tabla 49: Consumo de combustible. **Fuente:** Propia.

Extrayendo los datos de la demanda energética:

GALPON	0.702	kWh/DIA
BOMBA	15.00	kWh/DIA
PROCESO	875.36	kWh/SEMANA

Tabla 50: Gasto de energía en la avícola. **Fuente:** Propia.

Considerando los 5 galpones de la avícola, así como y el trabajo de estos y la bomba de 7 días a la semana, se desarrolla la energía de manera semanal:

GALPON	24.6	kWh/SEMANA
BOMBA	105.0	kWh/SEMANA
PROCESO	875.4	kWh/SEMANA
TOTAL	1004.9	kWh/SEMANA

Tabla 51: Gasto de energía semanal en la avícola. **Fuente:** Propia

Considerando que se consumen 60 galones semanales de combustible se puede establecer una ratio de cuanto combustible por kWh se usa:

ENERGIA	1004.9	kWh/SEMANA
COMBUSTIBLE	60	GALON/SEMANA
RATIO	0.0597	GALON/kWh

Tabla 52: Ratio combustible - energía. **Fuente:** Propia

Considerando la energía que proveerá cada sistema:

ENERGIA		
GALPON	24.57	kWh/SEMANA
BOMBA	105.0	kWh/SEMANA
PROCESO	461.98	kWh/SEMANA
TOTAL	591.55	kWh/SEMANA

Tabla 53: Ahorro de energía en la avícola. **Fuente:** Propia

Con lo que se, ahorraría un total de combustible de:

RATIO	0.0597	GALON/kWh
ENERGIA	591.55	kWh/SEMANA
AHORRO	35.32	GALON/SEMANA

Tabla 54: Ahorro de combustible semanal. **Fuente:** Propia

Considerando el galón de combustible diésel en Jaén cuesta según Osinerming:

AHORRO	25	GALON/SEMANA
COSTO	S/ 13.75	POR GALON
AHORRO	S/ 485.64	SEMANAL

Tabla 55: Ahorro económico semanal. **Fuente:** Propia

Llevando a un ahorro anual de:

SEMANAL	S/ 485.64
MENSUAL	S/ 1,942.54
ANUAL	S/ 23,310.50

Tabla 56: Ahorro económico anual por energía. **Fuente:** Propia

Aparte del ahorro en energía en el transporte de combustible también se produce un gasto tanto por el transporte y por el uso del personal que se utiliza para dicha tarea considerando los costos siguientes semanalmente se gasta:

TRANSPORTE	FLETE	S/ 150.00	
PERSONAL	TIEMPO REQUERIDO	4	H
	COSTO DE HORA HOMBRE	S/ 10.35	
	TOTAL	S/ 41.40	

Tabla 57: Ahorro económico por personal. **Fuente:** Propia.

El gasto proyectado anualmente sería:

SEMANAL	S/ 41.40
MENSUAL	S/ 165.60
ANUAL	S/ 1,987.20

Tabla 58: Ahorro económico por personal anual. **Fuente:** Propia.

El ahorro total del proyecto que se considerará como ingreso será de:

AHORRO	
ENERGIA	S/ 16,511.60
FLETE Y PERSONAL	S/ 1,987.20
	S/ 18,498.80

Tabla 59: Ahorro total anual. **Fuente:** Propia.

3.3.3 Gastos en proyectos

Los gastos que incurrirá el mantenimiento y la operación del proyecto en comparación con la inversión será mínimo ya que solo corresponde a la limpieza de los paneles, y el cambio de baterías cada 8 años según el fabricante lo que corresponde de un gasto cada 8 años de:

BATERIAS	S/ 14,545.50
INTALACION	S/ 550.00
TRANSPORTE	S/ 350.00
	S/ 15,445.50

Tabla 60: Costo de cambio de las Baterías. **Fuente:** Propia.

Los gastos de operación no se tomarán en cuenta ya que la limpieza de los galpones y la fábrica son temas diarios para los trabajadores y el proyecto no alteraría sus funciones ni dispondría de material nuevo.

3.3.4 TIR y VAN

Para determinar el TIR y el VAN, que son los evaluadores económicos de nuestro sistema, se realizara un flujo de caja durante el periodo de duración de nuestro sistema, según fabricante el panel solar, así como la tecnología en conversión y controlador duran entre 20 y 25 años solo las baterías se programan cambiar de acuerdo a su vida útil que como se mencionó será de 8 años por la profundidad de descarga.

AÑO	GASTO	INGRESO	FLUJO DE CAJA
0	S/ 137,737.62		-S/ 137,737.62
1		S/ 23,310.50	S/ 23,310.50
2		S/ 23,310.50	S/ 23,310.50
3		S/ 23,310.50	S/ 23,310.50
4		S/ 23,310.50	S/ 23,310.50
5		S/ 23,310.50	S/ 23,310.50
6		S/ 23,310.50	S/ 23,310.50
7		S/ 23,310.50	S/ 23,310.50
8	S/ 15,445.50	S/ 23,310.50	S/ 7,865.00
9		S/ 23,310.50	S/ 23,310.50
10		S/ 23,310.50	S/ 23,310.50
11		S/ 23,310.50	S/ 23,310.50
12		S/ 23,310.50	S/ 23,310.50
13		S/ 23,310.50	S/ 23,310.50
14		S/ 23,310.50	S/ 23,310.50
15		S/ 23,310.50	S/ 23,310.50
16	S/ 15,445.50	S/ 23,310.50	S/ 7,865.00
17		S/ 23,310.50	S/ 23,310.50
18		S/ 23,310.50	S/ 23,310.50
19		S/ 23,310.50	S/ 23,310.50
20		S/ 23,310.50	S/ 23,310.50

Tabla 61: Balance económico. **Fuente:** Propia.

A este flujo de caja le aplicamos el TIR y el VAN, considerando que el tir debe ser mayor que el 12% y el van positivo para que el proyecto sea rentable:

TIR	15%	
VAN	S/27,621.16	12%

Tabla 62: Evaluadores económicos. **Fuente:** Propia.

IV. DISCUSIÓN

La presente investigación se centra en la generación e energía fotovoltaica para la granja avícola San Jorge esta granja alimenta su requerimiento de energía desde un grupo generador de 38 Kw, Este abastece todos los circuitos de la avícola el objetivo de la tesis es diseñar un sistema fotovoltaico que abastezca con energía a la avícola y no use más el grupo fotovoltaico, la variada de cargas o de sistemas que tiene la avícola hizo imposible determinar un sistema centralizado ya que identificamos tres sistemas muy distintos primero está el de los galpones el cual requiere energía en la noche para mantener los polluelos calientes por medio de focos el sistema fotovoltaico más ideal para este sistema es un sistema fotovoltaico autónomo que resida en el almacenamiento de energía durante el día y el uso de esta durante la noche, el otro sistema es el de bombeo para llenar las cisternas que requiere la avícola este sistema es diferente ya que no requiere un almacenamiento de baterías según la teoría de bombeo solar y es lo más recomendable ya que las baterías son los elementos de mayor costo en un sistema y por último el sistema de la planta procesadora, en cuanto a sistemas fotovoltaicos no son recomendables para procesos industriales pero en este caso se propone un sistema que si bien no reemplaza totalmente el grupo generador trabaja en paralelo con él para ahorrar consumo de combustible.

La investigación se desarrolla con datos exclusivos de la avícola según el modelo de trabajo que tienen, solamente los niveles de radiación fueron obtenidos del programa interactivo de la Nasa, que nos permite obtener niveles de radiación de acuerdo a las coordenadas del sitio. Los costos de combustible se tomaron de acuerdo al proveedor de la avícola, las potencias de los motores en la planta de proceso de comida para aves se tomaron de acuerdo a mediciones echas con un técnico especialista en electricidad industrial, con estos datos se calculó y desarrollo toda la investigación.

De acuerdo con la investigación de **Piris (2013)** en la cual desarrolla un estudio de la energía irradiada por el sol para pequeñas comunidades en el Perú establecemos total concordancia que para consumos residenciales es la opción más adecuada siempre que se tenga no solo el recurso sino el espacio ya que en nuestro caso contamos con los tejados de los galpones los cuales varían con un promedio de 480 m² cada uno y que no serán utilizados ya que su única función es cubrir el área de crianza de aves. la única diferencia es que en el caso de la

investigación de este informe no se analiza el recurso térmico dentro de la avícola ya que no es el objetivo de la investigación. Otro trabajo previo que fluye alrededor de la generación de energía en localidades aisladas es la publicación de **Rocabado, Cadena C., Cadena A. y Díaz (2016)** donde también concuerda con las conclusiones del trabajo presente, aunque la dimensión entre ambos trabajos es grande ya que el mencionado solo planteaba el uso de energía para la carga de celulares, el sistema que se plantea en el informe de esta investigación como se mencionó involucra trabajo con cargas diferentes y más complejos que el estudio presentado por Rocabado y compañía, lo cual establece parámetros para tomar en cuenta mucho más complejos.

De acuerdo con la investigación de **Morán, Facchini, Pontoriero y Doña (2014)** el cual desarrolla un sistema fotovoltaico con ingreso de energía de la red, en nuestro caso concordamos que es factible el ingreso de una energía adicional para lograr cubrir el tiempo de trabajo o de requerimiento de energía, lo cual planteaos en la planta procesadora de alimento para las aves, ya que el mayor consumo de combustible que genera el grupo es por el trabajo que desarrolla la maquinaria, la rentabilidad se basa justamente en no sobredimensionar el sistema fotovoltaico con la idea de reducir su consumo de combustible a 0, ya que esto generaría indicadores económicos que no podrían volverse rentables, lo ideal según el caso que resolvimos fue mantener el grupo electrógeno que trabaja como fuente auxiliar cuando el recurso solar no baste para abastecer el requerimiento energético de los motores, haciendo puntualidad en generar arreglos fotovoltaicos que se utilicen los más cercano posible al 100%.

V. CONCLUSIONES

- La demanda energética se dimensiono en tres aspectos, el de los galpones se realizó por galpón teniéndose de 0.702 kWh al día la avícola cuenta con 5 galpones con lo que se tiene 3.51 kWh día, el consumo energético de la bomba es de 15 kWh al día lo cual consume con un tiempo de trabajo de 3 h diarias, en cuanto la planta de procesamiento esta tiene dos secuencias de trabajo de manera inter diaria presenta para lunes, miércoles y viernes un consumo de 149.26 kWh mientras que el resto de días menos domingo que no trabaja el consumo es de 142.52 kWh al día.
- El sistema fotovoltaico cuenta con tres sistemas independientes, el primero el sistema para galpones e ploteo en dos escenarios siendo el escenario B por ser el más económico que tiene 2 paneles monocristalinos RED165-36M y 2 baterías UPower 260Ah 12V UP-GC12TOP, un regulador de carga para las baterías PC1500B Series PWM y un Inversor Phoenix 12/250 para cada galpón, para el equipo de bombeo se requerirá dos bloques de 17 paneles en serie haciendo un total de 34 paneles **Arun-Waaree serie WS-200** y un regulador de bombeo **WaterPumpInverter Quadro 7.5kW**. Por ultimo para la planta procesadora de comida para aves usara 5 bloques de 23 paneles en serie haciendo un total de 114 paneles del mismo tipo que el bombeo y dos reguladores de bombeo uno de 5.5 kW
- La evaluación económica se determinó mediante la energía que se ahorra y el consumo de combustible que se dejaría de tener si se aplica instalan los diseños, aplicándose los indicadores económicos TIR y VAN para un periodo de 20 años resultando con valores de 15% para el TIR y S/. 27,621.16 para el VAN

VI. RECOMENDACIONES

- La demanda energética debería ser registrada por medio de fichas de pedido tanto en combustible y producción, todo consumo en la avícola debería seguir un patrón de registro en cuanto a tiempo de funcionamiento.
- Los sistemas dentro de la avícola trabajan en una suerte de sistema distribuido que podría adecuarse más adelante si se implementa a una red de distribución inteligente para su control y mejora según el desenvolvimiento que tenga con respecto al tiempo y las variaciones que presente con respecto a lo proyectado.
- De acuerdo a los evaluadores económicos el proyecto podría efectuarse generando ganancias a la avícola, esto dependerá necesariamente de la disposición económica del dueño de la avícola ya que la disposición anímica el mostro durante toda la investigación.

VII. REFERENCIAS

1. PIRIZ Sagahon, Imanol Yalli, GARCÍA Tornel Alejandro Josa. Energía solar térmica y fotovoltaica aislada para pequeñas comunidades en Perú. Tesis (Master en Ingeniería Ambiental). Barcelona: Escola de Camis, UPC Barcelona 2013. 80 pp.
2. Ley no 28546, ley de promoción y utilización de recursos Energéticos renovables no convencionales en zonas rurales, Aisladas y de frontera del país, congreso de la república, mayo 2005, Lima.
3. Comportamiento de un sistema fotovoltaico en una vivienda Residencial conectado a la red eléctrica de distribución escrito por Moran Federico A. [et al]. [en línea]. Setiembre 2014 [Fecha de consulta: 30 de mayo 2018].
4. Mini sistemas fotovoltaicos para el uso de dispositivos móviles en zonas rurales: optimización de la potencia entregada y consumida escrito por Rocabado Sergio [et al]. Congreso Brasileiro de Energía Solar [en línea]. abril 2016, n.o 4. [Fecha de consulta: 30 de mayo 2018].
5. CANTILLO Guerrero, Ernesto, PALOMINO, Yan, VALDEZ, Julio. Diseño de un sistema solar fotovoltaico estándar para las escuelas públicas del sur de barranquilla. Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI'2013) [en línea]. Agosto 2013, n.o 11. [Fecha de consulta: 30 de mayo 2018].
6. OBANDO-Paredes, Edgar Darío, VARGAS-Cañas, Rubiel. Desempeño de un sistema fotovoltaico autónomo frente a condiciones medioambientales de una región en particular. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat [en línea]. Enero marzo 2016, n.o 40. [Fecha de consulta: 30 de mayo 2018]. Disponible en <http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.301>
7. GONZALES Peñafiel, Gustavo Guillermo, ZAMBRANO Manosalva, Juan Carlos, ESTRADA Pulgar, Édison Fabricio. Estudio, diseño e implementación de un sistema de energía solar en la comuna puerto roma de la isla Mondragon del golfo de Guayaquil,

provincia de Guayas. Tesis (Ingeniero Eléctrico). Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana, Facultad de Ingenierías, 2014. 127 pp.

8. CARTA, et al. Centrales de energías renovables. España: Pearson Educación S.A., 2009. 730. pp. ISBN: 9788483222270


10. Dirección General de Electricidad (Perú). RD031-2003-EM: bases para el diseño de líneas y redes secundarias con conductores Autoportantes para electrificación rural. Perú: 2003. 22 pp.

11. RECARTE, Josu. Central Solar Fotovoltaica de 500 kW, La Rioja Argentina. Tesis (Ingeniería Industrial). La Rioja Argentina: Universidad La Rioja, Escuela técnica superior de ingeniería. 2013. 244 pp.

12. JIMENEZ, Macarena. Diseño de planta solar fotovoltaica de 20MW en California y conexión a la red de distribución Madrid España. Tesis (Ingeniero Industrial). Madrid España: Escuela **Técnica** Superior De Ingeniería (ICAI), 2012 182 pp.


ANEXOS

FICHAS TÉCNICAS




UP SERIES-GC12TOP

UP-GC12TOP



Mechanical Characteristics		
	SI Units	US Units
Length	395 mm	15.55 inches
Width	178 mm	6.98 inches
Height	379 mm	14.92 inches
Weight	53.00kg	116.45 lb
BCI Group Size	GC12	
Cell Layout	0	
Base Hold-Down	B0	
Terminal Type	DT	



Terminal height: 18.5 mm – 0.73 in
Bolt size: 5/16

Electrical Characteristics	
Nominal voltage	12 Volts
C100 Rated Capacity	260 Ah
C5 Rated Capacity	195Ah
Reserve Capacity @ 25A	480 min
Reserve Capacity @ 75A	133 min

Operational temperature range: -20°C to + 55°C (always keep the battery charged at least 60% at temperatures below 0°C)

Charging Instructions at 25°C	
Daily charge	14.80V ± 0.05V
Float charge	13.20V
Equalize charge	15.40V ± 0.05V


* Do not install or charge batteries in non-ventilated premises.

* The charging is of special importance because both over and under charging will severely limit the life of the batteries. If the batteries will stay for an extended period without being used please ensure they are routinely checked, cleaned and fully charged before being stored.


Battery temperature adjustment:

Reduce the voltage by 0.028V per cell for every 10°C above 25°C, increase the voltage by 0.028V per cell for every 10°C below 25°C.

Deep cycle batteries need to be equalized periodically. Actively used batteries should be equalized at least twice per year.

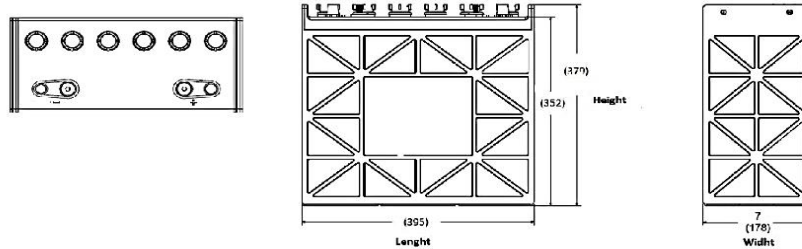


Poligono industrial La Dehesa
C/ Dehesa Vieja, nº2 Nave 16
28052 Madrid (Spain)
Tel. (+34) 918 021 649
Fax. (+34) 917 750 542
info@masterbattery.es

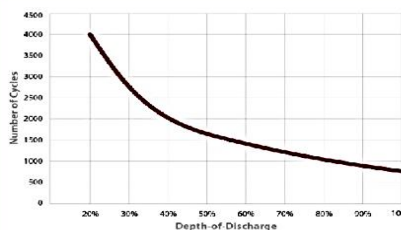


UP-GC12TOP

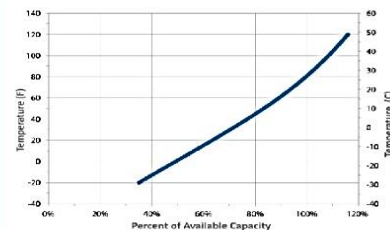
Dimensions



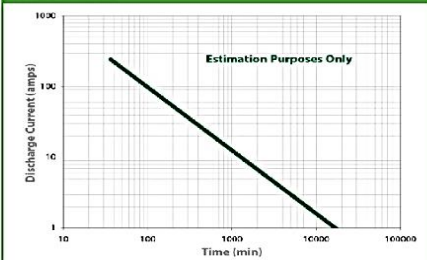
Typical Cycle Life in a Stationary Application



Percent Capacity Vs. Temperature



Performance



Poligono industrial La Dehesa
C/ Dehesa Vieja, n°2 Nave 16
28052 Madrid (Spain)
Tel. (+34) 918 021 649
Fax. (+34) 917 750 542
info@masterbattery.es



Solución de bombeo solar

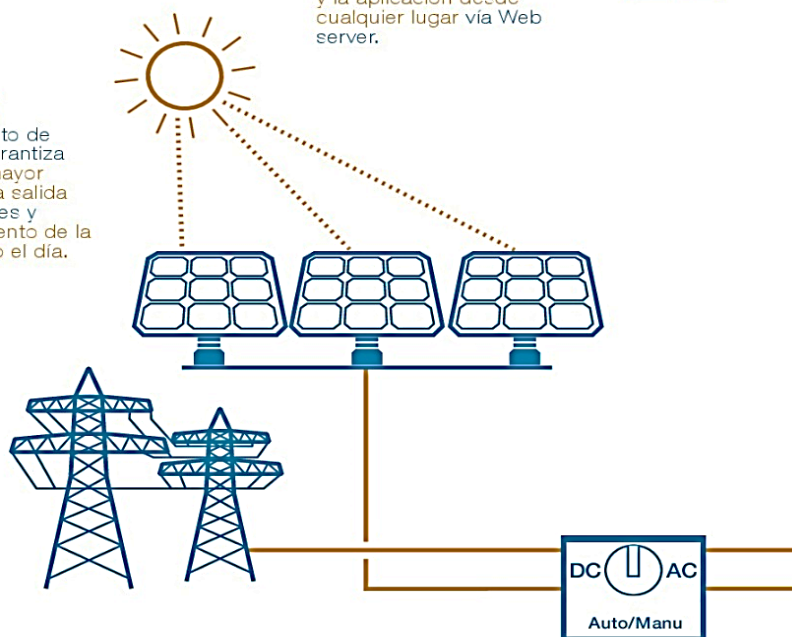
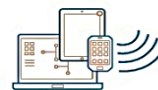
Aprovechar la energía solar para maximizar el rendimiento de la bomba

MPPT incorporado

La funcionalidad de seguimiento del punto de máxima potencia garantiza la obtención de la mayor potencia posible a la salida de los paneles solares y maximiza el rendimiento de la bomba durante todo el día.

Monitorización remota (IoTSP)

Con módulos opcionales puede supervisar y configurar los parámetros del convertidor y la aplicación desde cualquier lugar vía Web server.



Mejor solución con y sin conexión a la red

Donde la red no está disponible, los agricultores no dependerán de ella para sus necesidades agrícolas.

Selección y pedido de producto

Código de tipo:	ACS355	-	0XX	-	XXAX	-	X	+	N827	+	XXX	+	XX
	ACSM1	-	04AS	-	XXXA	-	X	+	N5400	+	N3400	+	XX
Serie de producto													
Construcciones													
Calificaciones y tipos													
Tensiones													
Software de bombeo solar													
Opciones / Bombeo solar													
Biblioteca de tecnología													
Opción de control/monitorización													

Código de tipo

El código de tipo es un número de referencia específico que identifica el convertidor en función de su estructura, especificaciones de potencia y tensión y opciones seleccionadas.

Tensiones

ACS355 disponible en dos rangos de tensión:

2 = 125 a 400 V DC o 200 a 240 V AC

4 = 250 a 800 V DC o 380 a 480 V AC

ACSM1 disponible en un rango de tensión:

4 = 270 a 800 V DC o 380 a 480 V AC

Inserte "2" o "4" en el código de designación de tipo, dependiendo de la tensión que haya elegido.

Control / monitorización

00 = Básico

01 = Estándar

10 = Premium

11 = Avanzado

Inserte "00", "01", "10" o "11" en el código de designación de tipo, dependiendo de la opción de control que haya elegido.

Construcción

"01E" del código de tipo varía en función de la fase del convertidor y filtrado EMC. Elija una de las opciones:

ACS355 0.37 a 18.5 kW

01 = 1 fase

03 = 3 fases

E= filtro EMC conectado, 50 Hz

ACSM1 22 a 355 kW

04 = 3 fases

Cumplimiento de normativas de producto

- Aprobaciones UL, cUL, CE, C-Tick y GOST R
- Directiva de baja tensión 73/23/EEC con suplementos
- Directiva EMC 89/336/EEC con suplementos
- Sistema de control de calidad ISO 9001
- Sistema de gestión medioambiental ISO 14001
- Cumple la directiva RoHS

Especificaciones, tipos, tensiones y dimensiones

ACS355	-	0XX	-	XXAX	-	X	+	N827	+	XXX	+	XX
ACSM1	-	04AS	-	XXXA	-	X	+	N5400	+	N3400	+	XX

ACS355

Rangos para ACS355 IP20			Código tipo	Tamaño de bastidor	IP20/UL open			
P _N kW	P _{hp}	I _{2N} A			H mm	W mm	D mm	Peso kg
Alimentación AC monofásica, 125 - 400 V DC o 200 - 240 V AC								
0.37	0.5	4.7	ACS355-01E-04A7-2	R1	239	70	161	1.2
0.75	1.0	6.7	ACS355-01E-06A7-2	R1	239	70	161	1.2
1.1	1.5	7.5	ACS355-01E-07A5-2	R2	239	105	165	1.5
1.5	2.0	9.8	ACS355-01E-09A8-2	R2	239	105	165	1.5
Alimentación AC trifásica, 125 - 400 V DC o 200 - 240 V AC								
0.37	0.5	3.5	ACS355-03E-03A5-2	R0	239	70	161	1.2
0.55	0.75	4.7	ACS355-03E-04A7-2	R1	239	70	161	1.2
0.75	1.0	6.7	ACS355-03E-06A7-2	R1	239	70	161	1.2
1.0	1.5	7.5	ACS355-03E-07A5-2	R1	239	70	161	1.2
1.5	2.0	9.8	ACS355-03E-09A8-2	R2	239	105	165	1.5
2.2	3.0	13.3	ACS355-03E-13A3-2	R2	239	105	165	1.5
3.0	4.0	17.6	ACS355-03E-17A6-2	R2	239	105	165	1.5
4.0	5.0	24.4	ACS355-03E-24A4-2	R3	239	169	169	2.5
5.5	7.5	31.0	ACS355-03E-31A0-2	R4	244	260	169	4.4
7.5	10.0	46.2	ACS355-03X-46A2-2	R4	244	260	169	4.4
Alimentación AC trifásica, 250 - 800 V DC o 380 - 480 V AC								
0.37	0.5	1.9	ACS355-03E-01A9-4	R0	239	70	161	1.2
0.55	0.75	2.4	ACS355-03E-02A4-4	R1	239	70	161	1.2
0.75	1.0	3.3	ACS355-03E-03A3-4	R1	239	70	161	1.2
1.1	1.5	4.1	ACS355-03E-04A1-4	R1	239	70	161	1.2
1.5	2.0	5.6	ACS355-03E-05A6-4	R1	239	70	161	1.2
2.2	3.0	7.3	ACS355-03E-07A3-4	R1	239	70	161	1.2
3.0	4.0	8.8	ACS355-03E-08A8-4	R1	239	70	161	1.2
4.0	5.0	12.5	ACS355-03E-12A5-4	R3	236	169	169	2.5
5.5	7.5	15.6	ACS355-03E-15A6-4	R3	236	169	169	2.5
7.5	10.0	23.1	ACS355-03E-23A1-4	R3	236	169	169	2.5
11.0	15.0	31.0	ACS355-03E-31A0-4	R4	244	260	169	4.4
15.0	20.0	38.0	ACS355-03E-38A0-4	R4	244	260	169	4.4
18.5	25.0	44.0	ACS355-03E-44A0-4	R4	244	260	169	4.4



ACSM1

Rangos para ACSM1 IP20			Código de tipo	Tamaño de bastidor	IP20/UL open			
P_N kW	P_N hp	I_{2N} A			H mm	W mm	D mm	Peso kg
Alimentación AC trifásica, 270 - 800 V DC o 380 - 480 V AC								
22	30	50	ACSM1-04AS-046A-4	C	467	165	225	10
30	40	65	ACSM1-04AS-060A-4	D	467	220	225	17
37	50	80	ACSM1-04AS-073A-4	D	467	220	225	17
45	60	93	ACSM1-04AS-090A-4	D	467	220	225	17
55	75	110	ACSM1-04AS-110A-4	E	700	314	398	67
75	-	135	ACSM1-04AS-135A-4	E	700	314	398	67
90	-	175	ACSM1-04AS-175A-4	E	700	314	398	67
110	150	210	ACSM1-04AS-210A-4	E	700	314	398	67
200	250	390	ACSM1-04AS-390A-4	G1	1462	305	505	171
250	350	500	ACSM1-04AS-500A-4	G1	1462	305	505	171
315	450	580	ACSM1-04AS-580A-4	G2	1462	305	505	208
355	450	635	ACSM1-04AS-635A-4	G2	1462	305	505	208



	H mm	W mm	D mm	Peso kg
PLC	135	82	74	0.400
HMI	107	147	56	0.950

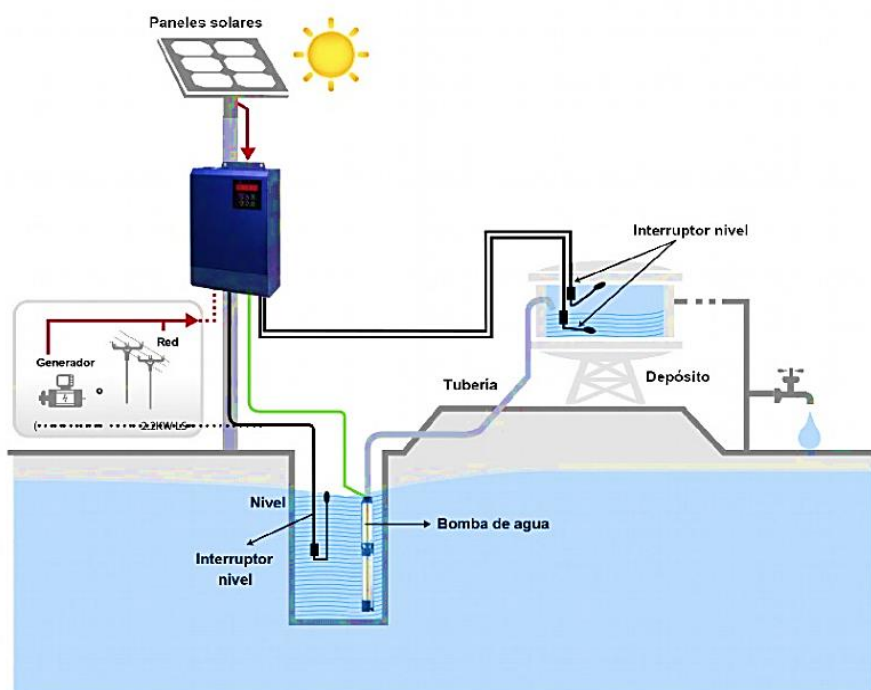
QUADRO

WATER PUMP INVERTER



- Built-in MPPT solar charger
- Supports single phase or three-phase asynchronous motor depending on models
- Supports single phase AC input when PV energy is not sufficient
- Built-in full protection and self-diagnosis
- Soft start function prevents water hammer effect and extends system lifecycle
- Comprehensive LEDs and display screen for real-time system status
- Remote monitoring through RS-485
- Optional remote panel available

This solar inverter is built-in with MPPT solar charger to maximize solar power. Besides, it is easy to install with low maintenance cost. It becomes an eco-friendly solution for the rural areas where grid power is expensive and unreliable.



Water Pump Solar Inverter Selection Guide

MODEL	2.2 KW LS	2.2 KW	7.5 KW	11 KW
RATED OUTPUT POWER	2200 W(3HP) (supports 0.75~3HP water pump)	2200 W(3HP) (supports 0.75~3HP water pump)	7500 W(10HP) (supports 3~10HP water pump)	11000 W(15HP) (supports 10~15HP water pump)
PV INPUT (DC)				
Nominal DC Voltage / Maximum DC Voltage	320 VDC / 450 VDC	540 VDC / 800 VDC		
Start-up Voltage	120 VDC	250 VDC		
MPPT Voltage Range	120 VDC ~ 420 VDC	250 VDC ~ 780VDC		
Number of MPP Trackers	1			
AC INPUT				
Input Voltage	220/230/240 VAC (-15% ~ +10%)	N/A		
Input Frequency	47 Hz ~ 63 Hz			
OUTPUT				
Nominal Voltage	220/230/240 VAC	3 x 380/400/415/440 VAC		
Efficiency	> 97%	> 97%		
Nominal Output Current	14 A	10 A	5.0 A	15 A
Motor Type	Single-phase motor	Three-phase asynchronous motor	Three-phase asynchronous motor	
Frequency Precision	±0.2%			
PROTECTION				
Full Protection	Phase lost, dry pumping, motor locked, weak sunlight, over-voltage, under-voltage, over-current, surge, over-temperature and short circuit protection			
PHYSICAL				
Dimension, D X W X H (mm)	110 x 230 x 342			
Net Weight (kgs)	5	5.5	6	6.5
IP Protection	IP20			
INTERACE				
Communication Port	RS-232/RS-485			
ENVIRONMENT				
Humidity	< 95% RH (Non-condensing)			
Operating Temperature	-20°C~45°C at 100% full load, 46°C~60°C power derating			

Product specifications are subject to change without further notice.

Recommended Solar Panel Selection

Below are popular solar panel specifications in the market:

A. 75-A: 75W, Vmp=17.46V, Imp=4.3A, Voc=21.96V C. 140-A: 140W, Vmp=17.9V, Imp=7.82A, Voc=22.0V
B. 75-B: 75W, Vmp=13.3V, Imp=5.64A, Voc=16.94V D. 250-A: 250W, Vmp=30.64, Imp=8.16A, Voc=37.38V

Inverter Model	2.2KW LS for single-phase output	2.2KW LS for three-phase output	2.2KW	7.5KW	11KW
PV Panel 75-A	19 pieces in Series x 4 Strings (5700W PV Panels)	19 pieces in Series x 2 Strings (2850W PV Panels)	32 pieces in Series (2400W PV Panels)	N/A	N/A
PV Panel 75-B	25 pieces in Series x 3 Strings (5625W PV Panels)	25 pieces in Series x 2 Strings (3750W PV Panels)	42 pieces in Series (3150W PV Panels)	N/A	N/A
PV Panel 140-A	19 pieces in Series x 2 Strings (5320W PV Panels)	19 pieces in Series (2660W PV Panels)	N/A	32 pieces in Series x 2 Strings (8560W PV Panels)	32 pieces in Series x 3 Strings (13440W PV Panels)
PV Panel 250-A	11 pieces in Series x 2 Strings (5500W PV Panels)	11 pieces in Series (2750W PV Panels)	N/A	19 pieces in Series x 2 Strings (9500W PV Panels)	19 pieces in Series x 3 Strings (14250W PV Panels)

Panel solar monocristalino RED165-36M con 36 células de alto rendimiento

- Alta eficiencia, triple busbar
- Apariencia en negro "full black"
- Calidad de fabricación y certificación

La gama de paneles solares más completa en calidad, tecnologías y rendimiento

La gama de paneles solares de RED SOLAR de tecnología monocristalina y policristalina cuentan con una alta eficiencia y calidad de fabricación.

Seguimos aumentando la eficiencia

La tecnología de fabricación de RED SOLAR vuelve a superarse y consigue una eficiencia de hasta el 19,75% de célula (según modelo) superando la eficiencia de la gama anterior, y su triple busbar reduce las pérdidas de potencia.

Paneles con clase, apariencia "full black"

Tanto las células como el marco y la hoja tedlar por ambas caras de los paneles son de color negro, dándole una presencia visual ideal en instalaciones, integraciones y todo tipo de proyectos.

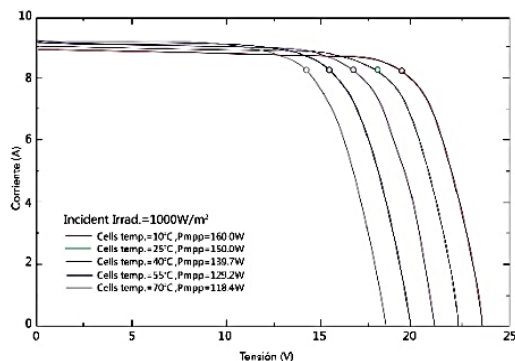
Características destacadas

- Células solares de alta eficiencia con cristal texturizado.
- Diodo de bypass para minimizar las pérdidas por sombras. Vidrio templado con encapsulado EVA y película de protección frente al medio ambiente, con marco de aluminio anodizado en negro.
- Cumple las certificaciones internacionales (CE, TÜV) y está incluido en el programa PV Cycle.

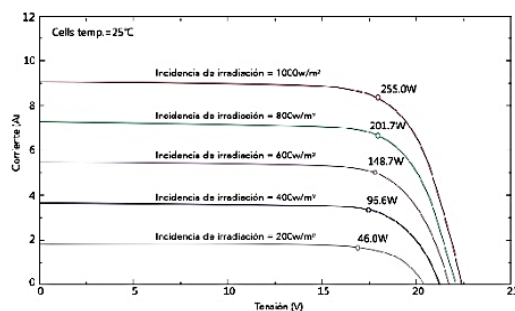
Garantías

- 10 años por defecto de fabricación
- 10 años el 90% de la salida de potencia mínima garantizada
- 25 años el 80% de la salida de potencia mínima garantizada





Curvas I-V a diferentes temperaturas

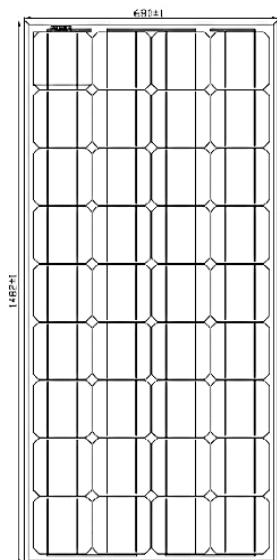


Curvas I-V a diferentes irradiaciones

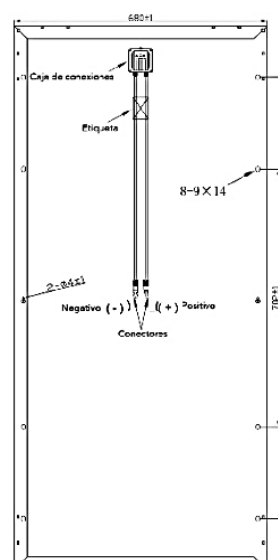
Especificaciones

Modelo	RED165-36M
Potencia máxima (Pmax)	165W
Tensión de potencia máx. (Vmp)	18,92V
Tensión de corriente máx. (Imp)	8,72A
Tensión de circuito abierto (Voc)	22,71V
Corriente de cortocircuito (Isc)	9,85A
Eficiencia de célula (%)	19,75%
Máxima tensión del sistema (V)	DC 1000V
Coef. de temp Isc (%/°C)	0,037%/°C
Coef. de temp Voc (%/°C)	-0,34%/°C
Coef. de temp Pmax (%/°C)	-0,48%/°C
Temperatura nominal de funcionamiento de célula	45±2°C
Tolerancia	±3%
Tipo de célula (mm)	Monocristalino (156mmx156mm)
Nº de células	36
Tipo de conectores	MC4
Peso (kg)	12
Dimensiones (mm)	1482x680x35

Ficha técnica testeada según STC, STC:AM 1.5, 1000W/m², 25°C.



35±1



Inversores Phoenix

250VA – 1200VA 230V y 120V, 50Hz o 60Hz

www.victronenergy.com



Phoenix 12/375 VE.Direct



Phoenix 12/375 VE.Direct



Puerto de comunicación VE.Direct

El puerto VE.Direct puede conectarse a:

- Un ordenador (se necesita un cable de interfaz VE.Direct a USB)
- Smartphones Apple y Android, tabletas, mackbooks y demás dispositivos (se necesita una mochila VE.Direct a Bluetooth Smart)

Totalmente configurable:

- Niveles de disparo de la alarma y restablecimiento por tensión baja de la batería.
- Niveles de desconexión y reinicio por tensión baja de la batería.
- Desconexión dinámica: nivel de desconexión dependiente de la carga
- Tensión de salida 210 - 245V
- Frecuencia 50 Hz o 60 Hz
- On/off del modo ECO y sensor de nivel del modo ECO

Seguimiento:

- Tensión y corriente de entrada/salida, % de carga y alarmas

Fiabilidad probada

La topología de puente completo más transformador toroidal ha demostrado su fiabilidad a lo largo de muchos años.

Los inversores están a prueba de cortocircuitos y protegidos contra el sobrecalentamiento, ya sea debido a una sobrecarga o a una temperatura ambiente elevada.

Alta potencia de arranque

Necesaria para arrancar cargas como convertidores para lámparas LED, halógenas o herramientas eléctricas.

Modo ECO

En modo ECO, el inversor se pondrá en espera cuando la carga descienda por debajo de un valor predeterminado (carga mínima: 15W). Una vez en espera, el inversor se activará brevemente (ajustable; por defecto: cada 2,5 segundos). Si la carga excede el nivel predeterminado, el inversor permanecerá encendido.

Interruptor on/off remoto

Se puede conectar un interruptor On/Off remoto a un conector bifásico o entre el positivo de la batería y el contacto de la izquierda del conector bifásico.

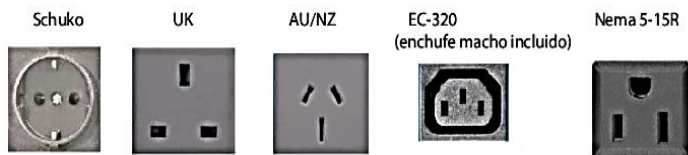
Diagnóstico LED

Por favor, consulte el manual para obtener su descripción.

Para transferir la carga a otra fuente CA: el conmutador de transferencia automático

Para nuestros inversores de menor potencia recomendamos nuestro conmutador de transferencia automático Filax. El tiempo de conmutación del "Filax" es muy corto (menos de 20 milisegundos), de manera que los ordenadores y demás equipos electrónicos continuarán funcionando sin interrupción.

Disponible con tres tomas de corriente distintas



Bornes de tornillo

No se necesitan herramientas especiales para su instalación

Inversor Phoenix	12 voltios 24 voltios 48 voltios	12/250 24/250 48/250	12/375 24/375 48/375	12/500 24/500 48/500	12/800 24/800 48/800	12/1200 24/1200 48/1200
Potencia cont a 25°C (1)		250VA	375VA	500VA	800VA	1200VA
Potencia cont. a 25°C / 40°C		200 / 175W	300 / 260W	400 / 350W	650 / 560W	1000 / 850W
Pico de potencia		400W	700W	900W	1500W	2200W
Tensión / frecuencia CA de salida (ajustable)		230VCA o 120VCA +/- 3% 50Hz o 60Hz +/- 0,1%				
Rango de tensión de entrada		9,2 - 17 / 18,4 - 34,0 / 36,8 - 62,0V				
Desconexión por CC baja (ajustable)		9,3 / 18,6 / 37,2V				
Dinámica (dependiente de la carga)		Desconexión dinámica, ver				
Desconexión por CC baja (totalmente ajustable)		https://www.victronenergy.com/live/ve.direct:phoenix-inverters-dynamic-cutoff				
Reinicio y alarma por CC baja (ajustable)		10,9 / 21,8 / 43,6V				
Detector de batería cargada (ajustable)		14,0 / 28,0 / 56,0V				
Eficacia máx.		87 / 88 / 88%	89 / 89 / 90%	90 / 90 / 91%	90 / 90 / 91%	91 / 91 / 92%
Consumo en vacío		4,2 / 5,2 / 7,9W	5,6 / 6,1 / 8,5W	6 / 6,5 / 9W	6,5 / 7 / 9,5W	7 / 8 / 10W
Consumo en vacío predeterminado en modo ECO (Intervalo de reinento: 2,5 s, ajustable)		0,8 / 1,3 / 2,5W	0,9 / 1,4 / 2,6W	1 / 1,5 / 3,0W	1 / 1,5 / 3,0W	1 / 1,5 / 3,0
Ajuste de potencia de parada y arranque en modo ECO		Ajustable				
Protección (2)		a - f				
Rango de temperatura de trabajo		-40 to +65°C (refrigerado por ventilador) (reducción de potencia del 1,25% por cada °C por encima de 25°C)				
Humedad (sin condensación)		máx. 95%				
CARCASA						
Material y color		Chasis de acero y carcasa de plástico (azul RAL 5012)				
Conexión de la batería		Bornes de tornillo				
Sección de cable máxima:		10mm² / AWG8	10mm² / AWG8	10mm² / AWG8	25/10/10mm² / AWG4/8/8	35/25/25 mm² / AWG 2/4/4
Tomas de corriente CA estándar		230V: Schuko (CEE 7/4), IEC-320 (enchufe macho incluido) UK (BS 1363), AU/NZ (AS/NZS 3112) 120V: Nema 5-15R				
Tipo de protección		IP 21				
Peso		2,4kg / 5,3lbs	3,0kg / 6,6lbs	3,9kg / 8.5lbs	5,5kg / 12lbs	7,4kg / 16,3lbs
Dimensiones (al x an x p en mm.) (al x an x p, pulgadas)		86 x 165 x 260 3.4 x 6.5 x 10.2	86 x 165 x 260 3.4 x 6.5 x 10.2	86 x 172 x 275 3,4 x 6,8 x 10,8	105 x 216 x 305 4.1 x 8.5 x 12.1 (12V modelo: 105 x 230 x 325)	117 x 232 x 327 4.6 x 9.1 x 12.9 (12V modelo: 117 x 232 x 362)
ACCESORIOS						
On/Off remoto		Sí				
Conmutador de transferencia automático		Filax				
ESTÁNDARES						
Seguridad		EN-IEC 60335-1 / EN-IEC 62109-1				
EMC		EN 55014-1 / EN 55014-2 / IEC 61000-6-1 / IEC 61000-6-2 / IEC 61000-6-3				
Directiva de automoción		ECE R10-4				
1) Carga no lineal, factor de cresta 3:1 2) Claves de protección: a) cortocircuito de salida b) sobrecarga c) tensión de la batería demasiado alta d) tensión de la batería demasiado baja h) temperatura demasiado alta f) ondulación CC demasiado alta						



Alarma de batería

Indica que la tensión está demasiado alta o demasiado baja por medio de una alarma visual y sonora y de un relé de señalización remota



Monitor de baterías BMV

El monitor de baterías BMV dispone de un avanzado sistema de control por microprocesador combinado con un sistema de alta resolución para la medición de la tensión de la batería y de la carga/descarga de corriente. Aparte de esto, el software incluye unos complejos algoritmos de cálculo para determinar exactamente el estado de la carga de la batería. El BMV muestra de manera selectiva la tensión, corriente, Ah consumidos o el tiempo restante de carga de la batería. El monitor también almacena una multitud de datos relacionados con el rendimiento y uso de la batería.



Mochila VE.Direct a Bluetooth Smart (Debe pedirse por separado)




Victron Energy B.V. | De Paal 35 | 1351 JG Almere | Países Bajos
Centralita: +31 (0)36 535 97 00 | Fax: +31 (0)36 535 97 40
E-mail: sales@victronenergy.com | www.victronenergy.com



WS-100 to WS-235 ARUN SERIES



FEATURES

-  Superior Module Efficiency as per International Benchmarks
-  Positive Power Tolerance
-  IP 67 rated MC4 compatible connectors

APPLICATIONS

Telecommunication and Radio Relay Stations | Telemetry systems | Defence and Offshore Devices | Signage and Outdoor Media | Standalone Systems for Homes not connected to Grid | Power packs for Telemetry Stations | Billboard Lighting | Portable Mobile Phone Chargers | Street & Outdoor Lighting | Home & Indoor Lighting | Community Lighting | Solar Lanterns: LED, CFL | Standalone Power Packs | Railway Signaling | Surveillance Camera | Rural Electrification | Backup Power Systems & much more..



500 MW
Module
Manufacturing Capacity

- 5 years Limited Product Warranty**
- 25 years Limited Power Output Warranty**
• Minimum 90% at the end of 10 years
• Minimum 80% at the end of 25 years



Over 20 in house tests
(DH: Damp heat test
TC: Thermal cycling test
HF: Humidity freeze test)

INTERNATIONAL & NATIONAL CERTIFICATIONS



ISO 9001:2008 | ISO 14001:2004 | OHSAS 18001:2007
IEC 61215 | IEC 61730-1&2 | IEC 61701 | IEC 62716 | IEC 60068-2-68

www.waaree.com

Electrical Characteristics*

Model**	WS-170 / 24V	WS-175 / 24V	WS-180 / 24V	WS-185 / 24V	WS-190 / 24V	WS-195 / 24V	WS-200	WS-200 / 12V	WS-200 / 24V	WS-205
Nominal Maximum Power, P _m (W)*	170	175	180	185	190	195	200	200	200	205
Power tolerance	Positive tolerance only									
Open Circuit Voltage, V _{oc} (V)*	44.38	44.40	44.43	44.45	44.48	44.50	33.00	22.97	44.53	33.10
Short Circuit Current, I _{sc} (A)*	5.11	5.26	5.40	5.56	5.71	5.85	8.08	11.64	6.00	8.25
Voltage at Maximum Power, V _{mp} (V)*	35.95	35.98	36	36.03	36.05	36.08	27	17.97	36.1	27.1
Current at Maximum Power, I _{mp} (A)*	4.73	4.87	5	5.14	5.28	5.41	7.41	11.13	5.55	7.57
Maximum System Voltage (V)	1000									
Module Efficiency (%)*	14.61	15.04	12.20	12.54	12.88	13.22	13.56	13.56	13.56	13.90
Maximum Series Fuse Rating (A)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Limiting Reverse Current (A)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15

*Under Standard Test Conditions (STC) of 1000 W/m² irradiance, AM 1.5 spectrum and 25°C cell temperature.

Mechanical Characteristics

Model**	WS-170 / 24V	WS-175 / 24V	WS-180 / 24V	WS-185 / 24V	WS-190 / 24V	WS-195 / 24V	WS-200	WS-200 / 12V	WS-200 / 24V	WS-205
Length x Width x Thickness (L x W x T) - mm	1175 x 990 x 35	1175 x 990 x 35	1490 x 990 x 42	1490 x 990 x 42	1490 x 990 x 42	1490 x 990 x 42	1490 x 990 x 42	1490 x 990 x 42	1490 x 990 x 42	1490 x 990 x 42
Mounting Holes Pitch (Y) - mm	595.00	595	900	900	900	900	900	900	900	900
Mounting Holes Pitch (X) - mm	950	950	942	942	942	942	942	942	942	942
Weight (kg)	14.45	14.45	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5
Solar Cells per Module (Units) / Arrangement	72 / (12 x 6)	72 / (12 x 6)	72 / (12 x 6)	72 / (12 x 6)	72 / (12 x 6)	72 / (12 x 6)	54 / (9 x 6)	72 / (12 x 6)	72 / (12 x 6)	54 / (9 x 6)
Solar Cell Type	poly crystalline Silicon									
Front Cover (Material / Thickness)	Tempered & Low Iron Glass / 3.2 mm									
Encapsulate	Ethylene Vinyl Acetate									
Frame Material	Anodized Aluminum Alloy									
Junction Box (Protection degree / Material)	IP65 rated / Weatherproof PPO enclosure with bypass diodes									
Connector	Optional									
Cable	Optional									
Fire safety class	C									
Safety application class	A									
Safety class	II									

** "/ xxV" in Model indicates the voltage rating of applicable battery

Thermal Characteristics

Temperature coefficient of Current (I _{sc}), α (%/°C)	0.0681
Temperature coefficient of Voltage (V _{oc}), β (%/°C)	-0.2941
Temperature coefficient of Power (P _m), γ (%/°C)	-0.3845
NOCT (°C)	46 ± 2
Operating temperature range (°C)	-40 to 85



Modelo: PC1500B-60DU

PC1500B Series

PWM - Regulador carga solar

Características

- En intensidades 10A 20A 30A 40A 50A 60A.
- Pantalla LCD de fácil lectura.
- Operación sencilla por botones.
- Detección automática de voltaje del sistema.
- Algoritmo carga inteligente PWM.
- Protección ajustable carga-descarga.
- Compensación automática por temperatura.
- Selección de tecnología de batería.
- Protección de corriente inversa de batería.
- Desconexión de batería por bajo voltaje (LVD).
- Protección polaridad invertida en batería.
- Protección por sobre-voltaje.
- Puertos para carga USB en modelos hasta 40A.

Introducción:

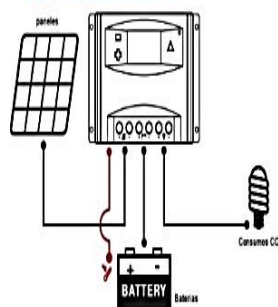
Este regulador solar de carga y descarga inteligente tiene una interfaz sencilla y visual gracias a su pantalla LCD de grandes dimensiones. Muchos parámetros de control se pueden ajustar con gran flexibilidad en función de nuestros requisitos.

LCD Información Display



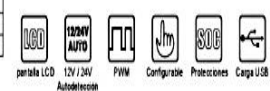
1. Terminal positivo fotovoltaico
2. Terminal negativo fotovoltaico
3. Terminal positivo batería
4. Terminal negativo batería
5. Terminal carga CC positivo
6. Terminal carga CC negativo
7. Pantalla LCD

Conexión al sistema solar:



Nº	Función	Función
5.	Cofa	Siguiente visualización: incremento mientras está en ajustes
	Larga (15 s)	Incremento continuo mientras está en ajustes
6.	Cofa	Visualización previa: decremento mientras está en ajustes
	Larga (15 s)	Decremento continuo mientras está en ajustes
7.	Cofa	Interruptor consumo CC. Entrar configuración / guardar
	Larga (15 s)	Entrar menú secundario

Funciones:



Detalles internos



Estabilidad, gran eficiencia, integración



Diseño de circuitería optimizado



SCM Diseño robusto y fiable



Materiales de gran calidad

PC1500B SERIES Controladores



Modelos: PC1500B-10 y 20A



Voltaje trabajo 12-24V Auto-detección
Corriente carga: 10A y 20A
Puertos USB: 5V, 1A x 2
Tamaño LCD: 2.2"



Modelos: PC1500B-30 y 40A



Voltaje trabajo 12-24V Auto-detección
Corriente carga: 30A y 40A
Puertos USB: 5V, 1A x 2
Tamaño LCD: 2.2"



Modelos: PC1500B-50D / 50A8D

Voltaje 12-24V Auto-detección y modelo 48V
Corriente carga: 50A
Tamaño LCD: 2.8"



Modelos: PC1500B-60D / 60A8D

Voltaje 12-24V Auto-detección y modelo 48V
Corriente carga: 60A
Tamaño LCD: 2.8"

Aplicación

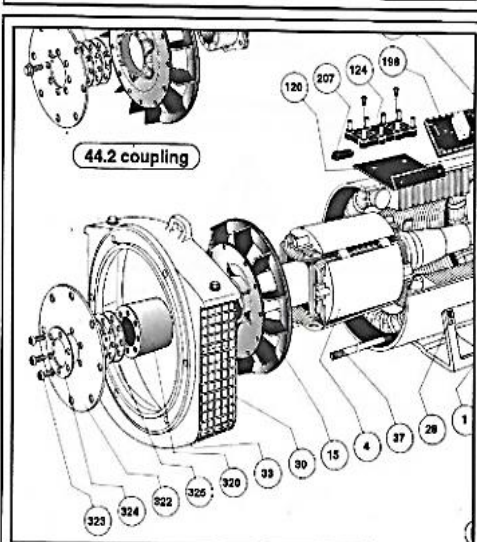
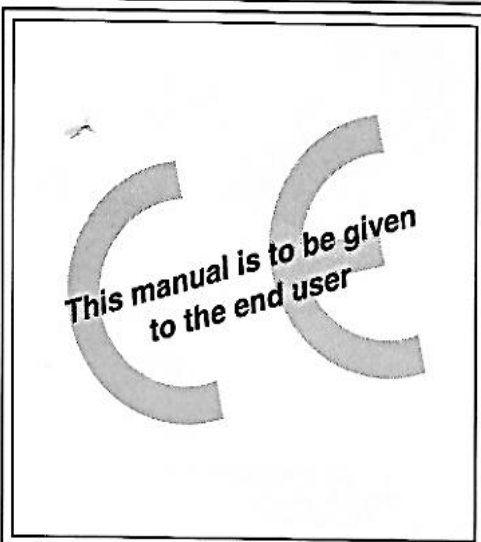
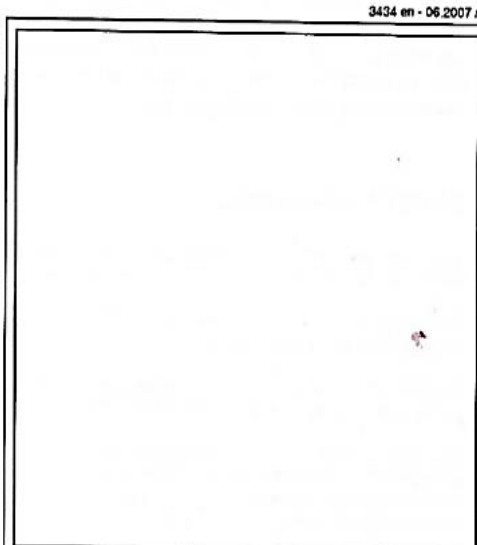
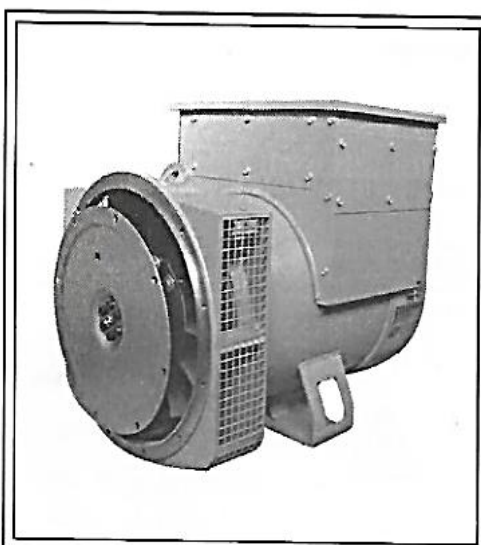
Sistemas portátiles,
embarcaciones & caravanasAdapta
sistema solar a zero

Granja solar de generación

Modelo		PC1500B-10-20	PC1500B-30-40	PC1500B-50-60	PC1500B-60-80
Entrada	Voltaje PV	s100V			
	Intensidad nominal	10A	20A	30A	40A
Salida	Voltaje sistema	12/24V Auto			
	Desconexión por alto voltaje	16.00V x 11 x 21 x 31 x 41 (25V)			
	Intensidad de carga nominal	10A	20A	30A	40A
	Autocorriente	s13mA			
	Carga de tensión circuito carga	s0.24V			
	Carga de tensión circuito descarga	s0.10V			
	Modo de carga	PWM 4-etapas carga, absorción, flotación, equalización			
	Voltage Carga Flotación	13.8V (13V-15V) x 11 x 21 x 31 x 41			
	Voltage Carga Absorción	14.4V (13V-15V) x 11 x 21 x 31 x 41			
	Voltage Carga Equalización	14.8V (13V-15V) x 11 x 21 x 31 x 41			
Características físicas	Protección Bajo Voltaje	10.7V (10V-14V) x 11 x 21 x 31 x 41			
	Reconexión Bajo Voltaje	12.8V (10V-14V) x 11 x 21 x 31 x 41			
	Salida USB	5V, 1A x 2			
	Sección cableado	s16mm²			
Características físicas	Temperatura trabajo	-20°C-50°C			
	Tamaño (L x W x H)	138 x 95 x 48.5mm			
	Peso neto	355g			



3434 en - 06.2007 / g



LSA 43.2/44.2 - 4-POLE ALTERNATORS

Installation and maintenance

LSA 43.2/44.2 - 4-POLE ALTERNATORS RECEIPT

1 - RECEIPT

1.1 - Standards and safety measures

Our alternators comply with most international standards and are compatible with:

- the recommendations of the International Electrotechnical Commission IEC 34-1, (EN 60034)
 - the recommendations of the International Standards Organisation ISO 8528
 - the European Community directive 89/336/EEC on Electromagnetic Compatibility (EMC)
 - the European Community directives 73/23/EEC and 93/68/EEC (Low Voltage Directive)
- They are CE marked with regard to the LVD (Low Voltage Directive) in their role as a machine component. A declaration of incorporation can be supplied on request.

Before using your generator for the first time, read carefully the contents of this installation and maintenance manual, supplied with the machine. All operations performed on the generator should be undertaken by qualified personnel trained in the commissioning, servicing and maintenance of electrical and mechanical components. This maintenance manual should be retained for the whole of the machine's life and be handed over with the contractual file.

The various operations described in this manual are accompanied by recommendations or symbols to alert the user to potential risks of accidents. It is vital that you understand and take notice of the different warning symbols used.

1.2 - Inspection

On receipt of your alternator, check that it has not suffered any damage in transit. If there are obvious signs of knocks, contact the transporter (you may be able to claim on their insurance) and after a visual check, turn the machine by hand to detect any malfunction.

1.3 - Identification

The alternator is identified by means of a nameplate glued to the frame.

Make sure that the nameplate on the machine conforms to your order.

The machine name is defined according to various criteria (see below).

Example of description: LSA 43.2 M45 J6/4

- LSA: Name used in the PARTNER range
- M: Marine
- C: Cogeneration
- T: Telecommunications
- 43.2: Machine type
- M45: Model
- J: Excitation system (C: AREP/J: SHUNT or PMG/ E: COMPOUND)
- 6/4: Winding number/number of poles

Nameplate

So that you can identify your machine quickly and accurately, we suggest you fill in its specifications on the nameplate below.

1.4 - Storage

Prior to commissioning, machines should not be stored in humid conditions: at relative humidity levels greater than 90%, the machine insulation can drop very rapidly, to just above zero at around 100%. The state of the anti-rust protection on unpainted parts should be monitored.

For storage over an extended period, the machine can be placed in a sealed enclosure (heatshrink plastic for example) with dehydrating sachets inside, away from significant and frequent variations in temperature to avoid the risk of condensation during storage.

If the area is affected by vibration, try to reduce the effect of these vibrations by placing the generator on a damper support (rubber disc or similar) and turn the rotor a fraction of a turn once a fortnight to avoid marking the bearing-rings.

LEROY-SOMER ALTERNATEURS PARTNER ALTERNATORS																	
LSA <input type="text"/>	Date <input type="text"/>																
N <input type="text"/>	Hz <input type="text"/>																
Min-V/R.P.M. <input type="text"/>	Protection <input type="text"/>																
Cos Ø / P.F. <input type="text"/>	Cl. ther. / Th. class <input type="text"/>																
Régulateur/A.V.R. <input type="text"/>																	
Alt. <input type="text"/> m	Masse / Weight <input type="text"/>																
Rlt A.V.D.E bearing <input type="text"/>																	
Rlt A.R.N.D.E bearing <input type="text"/>																	
Graisse / Grease <input type="text"/>																	
Valeurs exc. / Excit. values <input type="text"/>																	
en charge / full load <input type="text"/>																	
à vide / at no load <input type="text"/>																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">PUISSANCE / RATING</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tension Voltage <input type="text"/></td> <td>V <input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Current <input type="text"/></td> <td>Ph <input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Continue <input type="text"/></td> <td>kVA <input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>40C <input type="text"/></td> <td>kW <input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Secours <input type="text"/></td> <td>kVA <input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Std by <input type="text"/></td> <td>kW <input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>27C <input type="text"/></td> <td>A <input type="text"/></td> </tr> </tbody> </table>		PUISSANCE / RATING		Tension Voltage <input type="text"/>	V <input type="text"/>	Current <input type="text"/>	Ph <input type="text"/>	Continue <input type="text"/>	kVA <input type="text"/>	40C <input type="text"/>	kW <input type="text"/>	Secours <input type="text"/>	kVA <input type="text"/>	Std by <input type="text"/>	kW <input type="text"/>	27C <input type="text"/>	A <input type="text"/>
PUISSANCE / RATING																	
Tension Voltage <input type="text"/>	V <input type="text"/>																
Current <input type="text"/>	Ph <input type="text"/>																
Continue <input type="text"/>	kVA <input type="text"/>																
40C <input type="text"/>	kW <input type="text"/>																
Secours <input type="text"/>	kVA <input type="text"/>																
Std by <input type="text"/>	kW <input type="text"/>																
27C <input type="text"/>	A <input type="text"/>																
<p>LR 0021 CE Conforme à C.E. 134-1(1994). According to I.E.C 34-1(1994).</p> <p>Made by Leroy Somer - 1 024 930/5</p>																	

LSA 43.2/44.2 - 4-POLE ALTERNATORS SERVICING / MAINTENANCE

4 - SERVICING / MAINTENANCE

4.1 - Safety measures



Servicing or troubleshooting must be carried out strictly in accordance with instructions so as to avoid the risk of accidents and to maintain the machine in its original state.



All such operations performed on the alternator should be undertaken by personnel trained in the commissioning, servicing and maintenance of electrical and mechanical components.

Before any intervention on the machine, ensure that it cannot be started by a manual or automatic system and that you have understood the operating principles of the system.

4.2 - Regular maintenance

4.2.1 - Checks after start-up

After approximately 20 hours of operation, check that all fixing screws on the machine are still tight, plus the general state of the machine and the various electrical connections in the installation.

4.2.2 - Cooling circuit

It is advisable to check that circulation of air is not reduced by partial blocking of the air intake and outlet grilles: mud, fibre, grease, etc.

4.2.3 - Bearings

The bearings are permanently greased: approximate life of the grease (depending on use) = 20,000 hours or 3 years. Monitor the temperature rise in the bearings, which must not exceed 60 °C above the ambient temperature. Should this value be exceeded, the machine must be stopped and checks carried out.

4.2.4 - Electrical servicing

Cleaning product for the windings

CAUTION

Do not use: trichlorethylene, perchlorethylene, trichloroethane or any alkaline products.

Certain strictly defined pure volatile degreasing agents can be used, such as:

- Normal petrol (without additives); inflammable
- Toluene (slightly toxic); inflammable
- Benzene (or benzine, toxic); inflammable

- Cyclohexane (non toxic); inflammable

Cleaning of the stator, rotor, exciter and diode bridge

The insulating components and the impregnation system are not at risk of damage from solvents (see the list of authorized products).

Avoid letting the cleaning product run into the slots. Apply the product with a brush, sponging frequently to avoid accumulation in the housing. Dry the winding with a dry cloth. Let any traces evaporate before reassembling the machine.

4.2.5 - Mechanical servicing

CAUTION

Cleaning the machine using a water spray or a high-pressure washer is strictly prohibited. Any problems arising from such treatment are not covered by our warranty.

The machine should be cleaned with a degreasing agent, applied using a brush. Check that the degreasing agent will not affect the paint.

Compressed air should be used to remove any dust.

If filters have been added to the machine after manufacture and do not have thermal protection, the service personnel should clean the air filters periodically and systematically, as often as necessary (every day in very dusty atmospheres).

Cleaning can be performed using water for dry dust or in a bath containing soap or detergent in the case of greasy dust. Petrol or chloroethylene can also be used.

After cleaning the alternator, it is essential to check the winding insulation (see sections 3.2 and 4.8).

4.3 - Fault detection

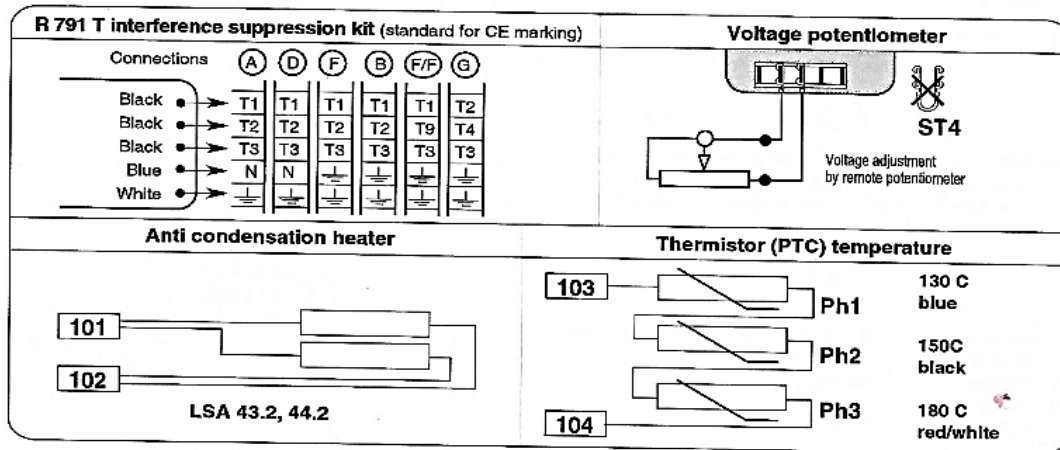
If, when commissioned, the alternator does not work normally, the source of the malfunction must be identified. To do this, check that:

- the protective devices are fitted correctly
- the connections comply with the diagrams in the manuals supplied with the machine
- the speed of the unit is correct (see section 1.3)

Repeat the operations defined in section 3

LSA 43.2/44.2 - 4-POLE ALTERNATORS INSTALLATION

3.3.2 - Option connection diagram



3.3.3 - Connection checks



Electrical Installations must comply with the current legislation in force in the country of use.

Check that:

- The residual circuit-breaker complies with legislation on protection of personnel in force in the country of use, and has been correctly installed on the alternator power output as close as possible to the alternator. (In this case, disconnect the blue wire of the R 791 interference suppression module linking the neutral)
- Any protective devices in place have not tripped
- If there is an external AVR, the connections between the alternator and the cubicle are made in accordance with the connection diagram
- There is no short-circuit between phase or phase-neutral between the alternator output terminals and the generator set control cabinet (part of the circuit not protected by circuit-breakers or cubicle relays)
- The machine has been connected with the busbar separating the terminals as shown in the terminal connection diagram



3.4 - Commissioning



The machine can only be started up and used if the installation is in accordance with the regulations and instructions defined in this manual.

The machine is tested and set at the factory. When first used with no load, make sure that the drive speed is correct and stable (see the nameplate). On application of the load, the machine should achieve its rated speed and voltage; however, in the event of abnormal operation, the machine setting can be altered (follow the adjustment procedure: see section 3.5). If the machine still operates incorrectly, the cause of the malfunction must be located (see section 4.4).

3.5 - Setting up



The various adjustments during tests must be made by a qualified engineer. Take care that the drive speed specified on the nameplate is reached before commencing adjustment. After operational testing, replace all access panels or covers.

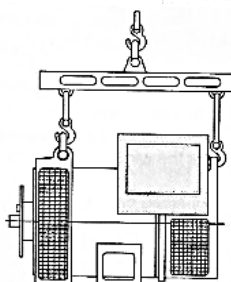
The AVR is used to make any adjustments to the machine.

LSA 43.2/44.2 - 4-POLE ALTERNATORS SERVICING / MAINTENANCE

4.6 - Dismantling, reassembly (see sections 5.5.1/5.5.2)



During the warranty period, this operation should only be carried out in an LEROY-SOMER approved workshop or in our factory, otherwise the warranty may be invalidated. Whilst being handled, the machine should remain horizontal (rotor not locked when moved).



4.6.1 - Tools required

To fully dismantle the machine, we recommend using the tools listed below:

- 1 ratchet spanner + extension
- 1 torque wrench
- 1 set of flat spanners: 7 mm, 8 mm, 10 mm, 12 mm
- 1 socket set: 8 mm, 10 mm, 13 mm, 16 mm, 18 mm, 21 mm, 22 mm, 24 mm
- 1 size 5 Allen key (eg. Facom: ET5)
- 1 size 6 Allen key (eg. Facom: ET6)
- 1 size 10 Allen key (eg. Facom: ET10)
- 1 size 14 Allen key (eg. Facom: ET14)
- 1 T20 and T30 TORX bit
- 1 puller (eg. Facom: U35)
- 1 puller (eg. Facom: U32/350).

4.6.2 - Screw tightening torque

IDENTIFICATION	screw Ø	Torque N.m
Field terminal block screw	M4	4 N.m
Field screw	M6	10 N.m
Diode bridge/RP	M6	5 N.m
Diode nut	M5	4 N.m
43.2 tie rod	M12	57 Nm
44.2 tie rod	M14	90 Nm
Earth screw	M8	26 Nm
43.2 disc/shaft screw	M12	110 Nm
44.2 disc/shaft screw	M16	250 Nm
44.2 turbine screw	M6	5 Nm
Grille screws	M6	5 Nm
Cover screws	M6	5 Nm
Terminal block nut	M10	20 Nm

4.6.3 - Access to connections and the regulation system

The terminals are accessed directly by removing the terminal box lid [48].

To access the AVR adjustment potentiometers, the side plate [367] should be removed.

4.6.4 - Accessing, checking and replacing diodes

4.6.4.1 - Dismantling

- Remove the air intake grille [51]
- Remove the surge suppressor [347]
- Disconnect the 6 diodes using an ohmmeter or a battery lamp (see section 4.5.2)

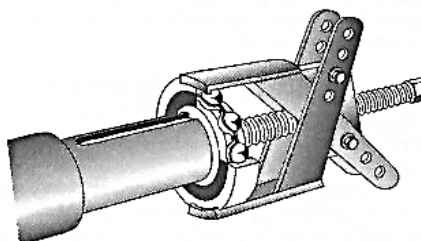
4.6.4.2 - Reassembly

- Replace the bridges, respecting the polarity (see section 4.5.1)
- Replace the surge suppressor [347]
- Refit the air intake grille [51]
- Replace the terminal box lid [48]

4.6.5 - Replacing the NDE bearing on single-bearing machines

4.6.5.1 - Dismantling

- Remove the terminal box lid [48]
- Remove the air intake grille [51]
- Unscrew the fixing clamps on the power output cables, remove the connector from the exciter and the R 791 module.
- Remove the 4 nuts on the tie rods
- Remove the NDE shield [36] using a puller: eg. U.32 - 350 (FACOM)
- Remove the ball bearing [70] using a screw puller

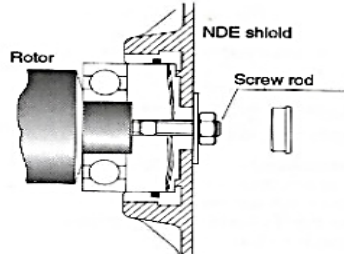


4.6.5.2 - Reassembly

- Heat the inner slipring of a new bearing by induction or in a drying oven at 80 °C (do not use an oil-bath) and fit it to the machine.
- Place the preloading wavy washer [79] in the shield and fit a new O ring seal [349].
- Refit the NDE shield and pass the bundle of wires between the top bars of the shield.
- Refit the fixing clamps on the cables, the R 791 module and the exciter connector.

LSA 43.2/44.2 - 4-POLE ALTERNATORS SERVICING / MAINTENANCE

- Refit the air intake grille [51].
- Replace the terminal box lid [48].



4.6.6 - Replacing the bearings on two-bearing machines

4.6.6.1 - Dismantling

- Uncouple the alternator from the prime mover.
- Remove the 8 assembly screws.
- Remove the DE shield [30].
- Remove the NDE shield (see section 4.6.5.1)
- Remove both ball bearings [60] and [70] using a puller with a central screw.

4.6.6.2 - Reassembly

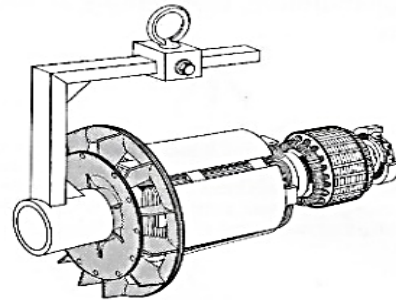
- Heat the new bearings by induction or in a drying oven at 80 °C (do not use an oil-bath) and fit them to the machine.
- Check that both the preloading wavy washer [79] and the new O ring seal [349] have been fitted on the NDE shield [36]. Refit the NDE shield and pass the bundle of wires between the top bars of the shield.
- Refit the DE shield [30] and tighten the 4 fixing screws.
- Check that the machine assembly is correctly mounted and that all screws are tightened.

4.6.7 - Accessing the main field and stator

4.6.7.1 - Dismantling

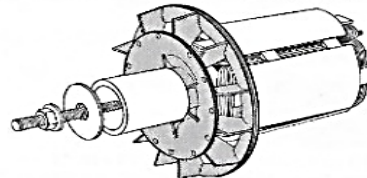
- Follow the procedure for dismantling the bearings (see sections 4.6.5.1 and 4.6.6.1)
- Remove the coupling disc (single-bearing machine) or the DE end shield (two-bearing machine) and insert a tube of the corresponding diameter on the shaft end or a support made according to the following diagram.
 - Rest the rotor on one of its poles, then slide it out. Use the tube as a lever arm to assist dismantling.
 - After extraction of the rotor, be careful not to damage the fan. If the fan is dismantled, it is essential that it is replaced for the 43.2.

NOTE: If intervention is required on the main field (rewinding, replacement of components), the rotor assembly must be rebalanced.



4.6.7.2 - Reassembling the main field

- Follow the dismantling procedure in reverse order. Take care not to knock the windings when refitting the rotor in the stator.
- If the fan is being replaced on the 43.2, assemble the parts as shown in the following diagram. Fit a tube and a threaded screw. On the 44.2 the fan is fixed by screws on the hub.



Follow the procedure for reassembling the bearings (see sections 4.6.5.2 and 4.6.6.2).



After operational testing, replace all access panels or covers.

4.7 - Installation and maintenance of the PMG

For the LSA 43.2 and LSA 44.2, the PMG reference is PMG 1.

4.7.1 - Mechanical characteristics

The components are:

- An adaptation shaft (to position the rotor on the shaft extension)
- A tie rod and nut for assembling the rotor on the shaft
- A rotor with 16 magnets
- An assembly consisting of: housing + wound stator + plastic connection sheath + plastic ferrules
- The housing closure cover (4 CBLXS M5 screws)
- 4 HM6 screws (for fixing the housing to the NDE shield)

LSA 43.2/44.2 - 4-POLE ALTERNATORS SERVICING / MAINTENANCE

If mounting in kit form, follow the following instructions (see section 5.4):

- 1 - Remove the PMG cover [297] and the alternator NDE shield seal.
- 2 - Mount the PMG housing assembly [290] on the shield using the 4 HM6 screws.
- 3 - Put a coating of anti-vibration adhesive on the tie rod [295] and fix it on the alternator shaft extension.
- 4 - Mount the magnetized rotor on the adaptation shaft, then using 2 threaded rods screwed into the rotor, slide the assembly onto the tie rod.
- 5 - Install the cable gland washer [296].
- 6 - Tighten the assembly with the M10 nut.
- 7 - Close the PMG with the cover [297].
- 8 - Pierce the cover (Ø 21 hole) and insert the plastic sheath and its ferrule.
- 9 - Connect the PMG to the AVR (see sections 2.5 and 4.7.2).

4.7.2 - Electrical connection

Mounting the PMG-1 on a SHUNT machine
(when using an R438):

- Disconnect the connection wires from the R 250 and remove the AVR.
- Take out both the R 250 voltage reference wires, marked 2 and 3, by removing them from the terminals (T8 and T11) in which they are inserted.
- Use these same wires for voltage sensing on the R 438 by inserting them in terminals T2 (wire 2) and T3 (wire 3).
- Fit the AVR support plate fitted with the R 438 (2 HM6 screws tightened to 10 Nm).

- Connect the 3 PMG wires (14/15/16), the 2 exciter field wires (5/6) and the 2 previously mentioned voltage sensing wires (2/3) according to the connection diagram no. 2725-02-98.

- Modify the connection by replacing the single jumper on the connector located on the terminal box rear panel with 2 jumpers (see internal connection diagram).

Mounting the PMG-1 on an AREP machine

- Connect the 3 PMG wires (14/15/16), to terminals X1, X2, Z2 on the AVR. The 4 auxiliary winding wires X1.X2.Z1.Z2 should be isolated using the domino fitting supplied with the kit. Both exciter field wires (5/6) and the voltage sensing wires (2/3) remain in place.

Electrical characteristics of the PMG

Stator phase resistance 20 °C: 0.7 Ω

No-load voltage : 73 V

4.8 - Electrical characteristics

Table of average values:

Alternator - 2 and 4 poles - 50 Hz/60 Hz - Winding n° 6 and M or M1 connected in dedicated single-phase. (400 V for the excitation values).

The voltage and current values are given for no-load operation and operation at rated load with separate field excitation. All values are given at ± 10% (for exact values, consult the test report) and are subject to change without prior warning. For 60 Hz machines, the resistance values are the same and the excitation current "i exc" is approximately 5 to 10% weaker.

4.8.1 - 3-phase LSA 43.2 4 P, SHUNT excitation

Resistances at 20 °C (Ω)

LSA 43.2	Stator L/N	Rotor	Field	Armature
S1	0,155	1,35	18,4	0,23
S15	0,155	1,35	18,4	0,23
S25	0,155	1,35	18,4	0,23
S35	0,128	1,41	18,4	0,23
M45	0,105	1,57	18,4	0,23
L65	0,083	1,76	18,4	0,23
L8	0,063	1,96	18,4	0,23

Field excitation current i exc (A) - 400 V - 50 Hz

"i exc": excitation current of the exciter field

LSA 43.2	no load	on load
S1	0,5	1,3
S15	0,5	1,5
S25	0,5	1,6
S35	0,5	1,8
M45	0,4	1,6
L65	0,4	1,6
L8	0,4	1,6

4.8.2 - 3-phase LSA 43.2 4 P, AREP excitation

Resistances at 20 °C (Ω)

LSA 43.2	Stator L/N	Rotor	Wind. X1,X2	Winding. Z1,Z2	Field	Armat.
S1	0,155	1,35	0,32	0,52	4,6	0,23
S15	0,155	1,35	0,32	0,52	4,6	0,23
S25	0,155	1,35	0,32	0,52	4,6	0,23
S35	0,128	1,41	0,29	0,5	4,6	0,23
M45	0,105	1,57	0,26	0,51	4,6	0,23
L65	0,083	1,76	0,26	0,44	4,6	0,23
L8	0,063	1,96	0,21	0,4	4,6	0,23

Field excitation current i exc (A) - 400 V - 50 Hz

"i exc": excitation current of the exciter field

LSA 43.2	no load	on load
S1	1	2,6
S15	1	3
S25	1	3,2
S35	1	3,6
M45	0,8	3,2
L65	0,8	3,2
L8	0,8	3,2

LSA 43.2/44.2 - 4-POLE ALTERNATORS SERVICING / MAINTENANCE

4.8.3 - Dedicated single-phase LSA 43.2: 4-pole, SHUNT excitation (60 Hz only)

Resistances at 20 °C (Ω)

LSA 43.2	Stator L/N	Rotor	Field	Armature
S1	0,058	1,35	13,9	0,23
S25	0,058	1,35	13,9	0,23
S35	0,046	1,41	13,9	0,23
M45	0,037	1,57	13,9	0,23
L65	0,027	1,76	13,9	0,23
L8	0,019	1,96	13,9	0,23

Field excitation current i_{exc} (A) -240 V -60 Hz"i_{exc}": excitation current of the exciter field

LSA 43.2	no load	on load
S1	0,59	1,44
S25	0,59	1,68
S35	0,66	1,65
M45	0,61	1,48
L65	0,62	1,48
L8	0,74	1,46

4.8.4 - 3-phase LSA 44.2: 4-pole, SHUNT excitation

Resistances at 20 °C (Ω)

LSA 44.2	Stator L/N	Rotor	Field	Armature
VS3	0,046	2,51	18,4	0,5
VS45	0,046	2,51	18,4	0,5
S7	0,036	2,91	18,4	0,5
S75	0,036	2,91	18,4	0,5
M95	0,024	3,32	18,4	0,5
L12	0,019	3,66	18,4	0,5

Field excitation current i_{exc} (A) - 400 V - 50 Hz"i_{exc}": excitation current of the exciter field

LSA 44.2	no load	on load
VS3	0,5	1,8
VS45	0,5	2,1
S7	0,5	1,9
S75	0,5	2,1
M95	0,6	2
L12	0,6	1,9

4.8.5 - 3-phase LSA 44.2: 4-pole, AREP excitation

Resistances at 20 °C (Ω)

LSA 44.2	Stator L/N	Rotor	Wind. X1,X2	Wind. Z1,Z2	Field	Armat.
VS3	0,046	2,51	0,3	0,5	4,9	0,5
VS45	0,046	2,51	0,3	0,5	4,9	0,5
S7	0,036	2,91	0,21	0,32	4,9	0,5
S75	0,036	2,91	0,21	0,32	4,9	0,5
M95	0,024	3,32	0,17	0,28	4,9	0,5
L12	0,019	3,66	0,16	0,21	4,9	0,5

Field excitation current i_{exc} (A) -400 V -50 Hz"i_{exc}": excitation current of the exciter field

LSA 44.2	no load	on load
VS3	1	3,6
VS45	1	4,2
S7	1	3,8
S75	1	4,2
M95	1,2	4
L12	1	3,8

4.8.6 - Dedicated single-phase LSA 44.2: 4-pole, SHUNT excitation (60 Hz only)

Resistances at 20 °C (Ω)

LSA 44.2	Stator L/N	Rotor	Field	Armature
VS3	0,0194	2,51	18,4	0,5
VS45	0,0194	2,51	18,4	0,5
S7	0,0140	2,91	18,4	0,5
M95	0,0088	3,32	18,4	0,5

Field excitation current i_{exc} (A) -240 V -60 Hz"i_{exc}": excitation current of the exciter field

LSA 44.2	no load	on load
VS3	0,44	1,18
VS45	0,44	1,25
S7	0,43	1,2
M95	0,55	1,28

LSA 43.2/44.2 - 4-POLE ALTERNATORS SPARE PARTS

5 - SPARE PARTS

5.1 - First maintenance parts

Emergency repair kits are available as an option.
They contain the following items:

Ref.	Designation	Qty	LSA 43.2/44.2 - SHUNT	Code
198	AVR	1	R 250	AEM 110 RE 019
			R 251	AEM 110 RE 021
343	Diode bridge assembly	1	LSA 432 9 03/04	ESC 040 MD 003
347	Surge suppressor	1	LSA 432 1 13	CII 111 PM 002
	AVR fuse	1	250 V - 8 A/slow-blow	

Ref.	Designation	Qty	LSA 43.2/44.2 - AREP 4 P	Code
198	AVR	1	R 438	AEM 110 RE 003
343	Diode bridge assembly	1	LSA 432 9 03/04	ESC 040 MD 003
347	Surge suppressor	1	LSA 432 1 13	CII 111 PM 002
	AVR fuse	2	250 V - 8 A/fast-blow	

5.2 - Bearing designations

Ref.	Designation	Qty	LSA 43.2	Code	LSA 44.2	Code
60	Bearing on shaft extension end	1	6312 2RS/C3	RLT060TS030	6315 2RS/C3	RLT075TS030
70	Bearing on exciter end	1	6307 2RS/C3	RLT080RB002	6309 2RS/C3	RLT100RB005

5.3 - Technical support service

Our technical support service will be pleased to provide any additional information you may require.
When ordering spare parts, you should indicate the complete machine type, its serial number and the information given on the nameplate.

Address your enquiry to your usual contact.

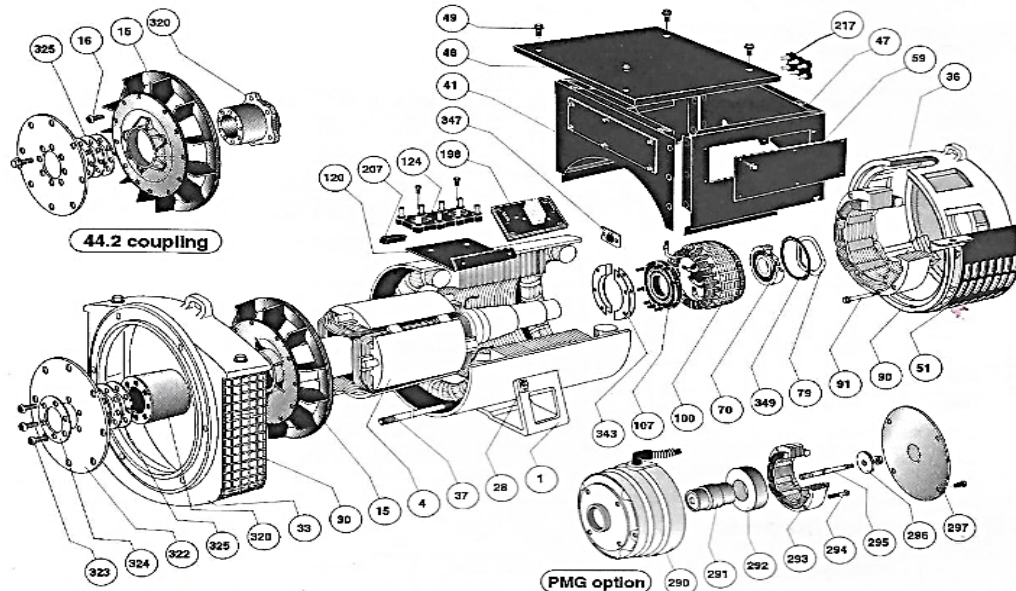
CAUTION

Part numbers should be identified from the exploded views and their description from the parts list.
Our extensive network of service centres can dispatch the necessary parts without delay.
To ensure correct operation and the safety of our machines, we recommend the use of original manufacturer spare parts.
In the event of failure to comply with this advice, the manufacturer cannot be held responsible for any damage.

LSA 43.2/44.2 - 4-POLE ALTERNATORS SPARE PARTS

5.4 - Exploded views, parts list

5.4.1 - Single-bearing LSA 43.2/44.2



N°	Nbr	Description	N°	Nbr	Description
1	1	Stator assembly	120	1	Terminal block support (AREP)
4	1	Rotor assembly	124	1	Terminal block
15	1	Fan	198	1	Voltage regulator (AVR)
16	6	Fixing screws (44.2 only)	207	1	AVR damper seal
28	1	Earth terminal	217	1	Terminal block
30	1	DE shield	290	1	PMG housing
33	1	Air outlet grille	291	1	Adaptation shaft
36	1	Shield on exciter end	292	1	Magnetic rotor
37	4	Tie rod	293	1	Stator
41	1	Cover front panel	294	2	Fixing screws
47	1	Cover rear panel	295	1	Tie rod
48	1	Cover top panel	296	1	Cable gland washer + nut
49	34	Fixing screws	297	1	End plate
51	1	Air intake grille	320	1	Hub (43.2 L7 & 44.2 only)
59	3	Inspection door	322	1	Coupling disc
70	1	NDE bearing	323	-	Fixing screws
79	1	Preloading wavy washer	324	1	Clamping washer (43.2 S1 to L6)
90	1	Exciter field	325	-	Spacer shim (43.2 L7 & 44.2 only)
91	4	Exciter field fixing screw	343	1	Diode bridge assembly
100	1	Exciter armature	347	1	Surge suppressor
107	1	Diode crescent support	349	1	"O" ring

GALERIA FOTOGRAFICA

TOMANDO MEDIDAS DE LA MOLADORA



MOTOR MOLEDORA



MOLEDORA



MOTOR DE MOLEDORA



MOTOR DE ELEVADOR DE MOLEDORA



TOMANDO MEDIDAS DE LA MÁQUINARIA

MEDIDA DEL MOTOR DE LA MEZCLADORA



MEDIDA DEL MOTOR DEL ELEVADOR DE LA MEZCLADORA



TOMANDO MEDIDAS DE LA MEZCLADORA



MEDIDA DEL MOTOR DEL ELEVADOR DE LA MEZCLADORA



TOMANDO MEDIDAS DEL ELEVADOR DE LA MEZCLADORA



INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS VALIDADOS

Tabla 1

HORAS		POTENCIA (kW)				MD (kW)
		MOLEDORA		MEZCLADORA		
		M1	M2	M3	M4	
		11.85	2.40	12.26	4.24	
00:00	01:00					0
01:00	02:00					0
02:00	03:00					0
03:00	04:00					0
04:00	05:00					0
05:00	06:00					0
06:00	07:00			1	1	16.5
07:00	08:00			1	1	16.5
08:00	09:00			1	1	16.5
09:00	10:00	1	1			14.3
10:00	11:00	1	1			14.3
11:00	12:00	1	1			14.3
12:00	13:00	1	1			14.3
13:00	14:00					0.0
14:00	15:00	1	1			14.3
15:00	16:00	1	1			14.3
16:00	17:00	1	1			14.3
17:00	18:00					0
18:00	19:00					0
19:00	20:00					0

figura 3

Ubicación de las cargas en la planta de proceso. Fuente: Propia.

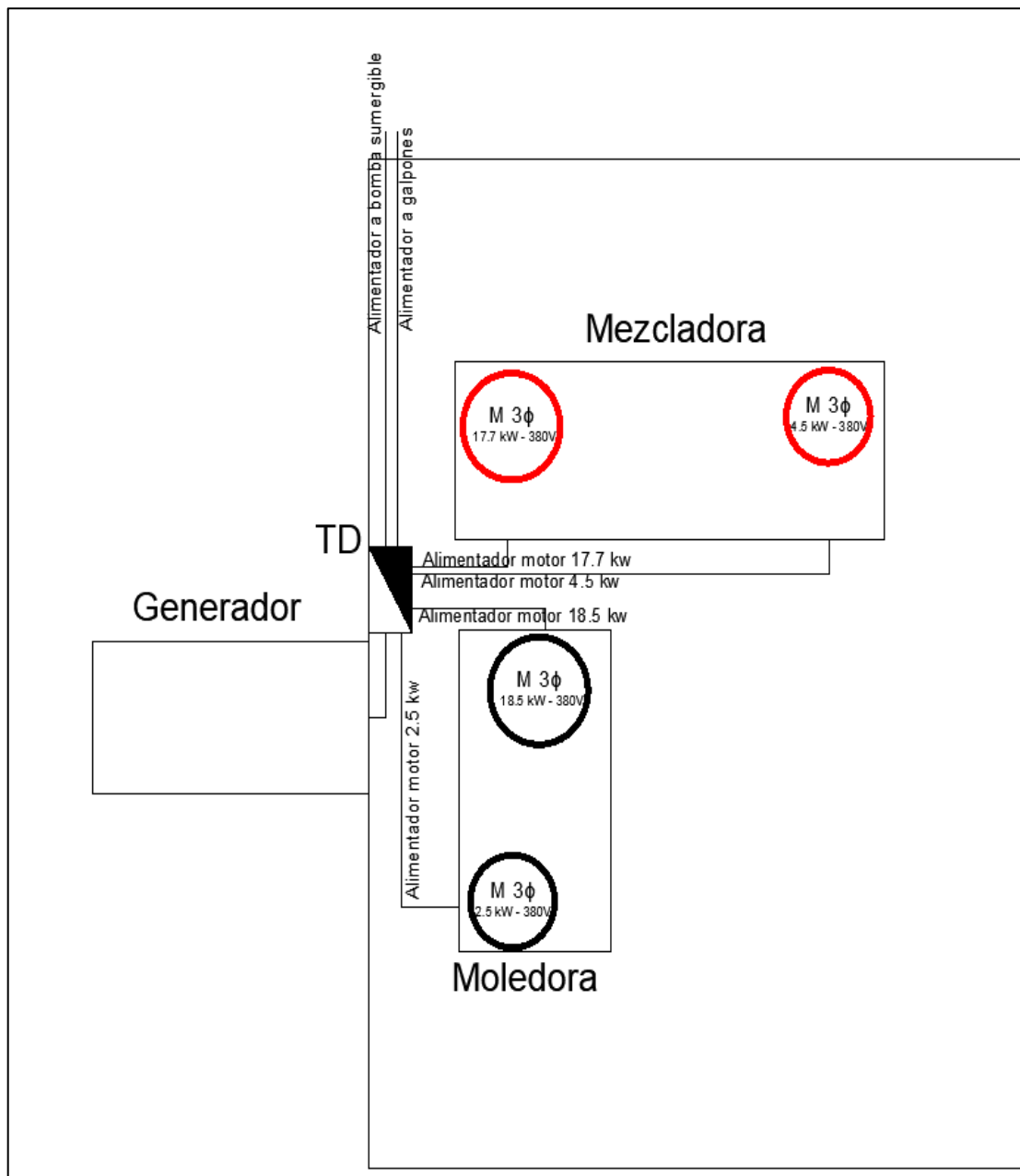


figura 7

Esquema de instalación del bombeo solar
La bomba sumergible tiene una carga de 5kw.g

FUENTE: PROPIA

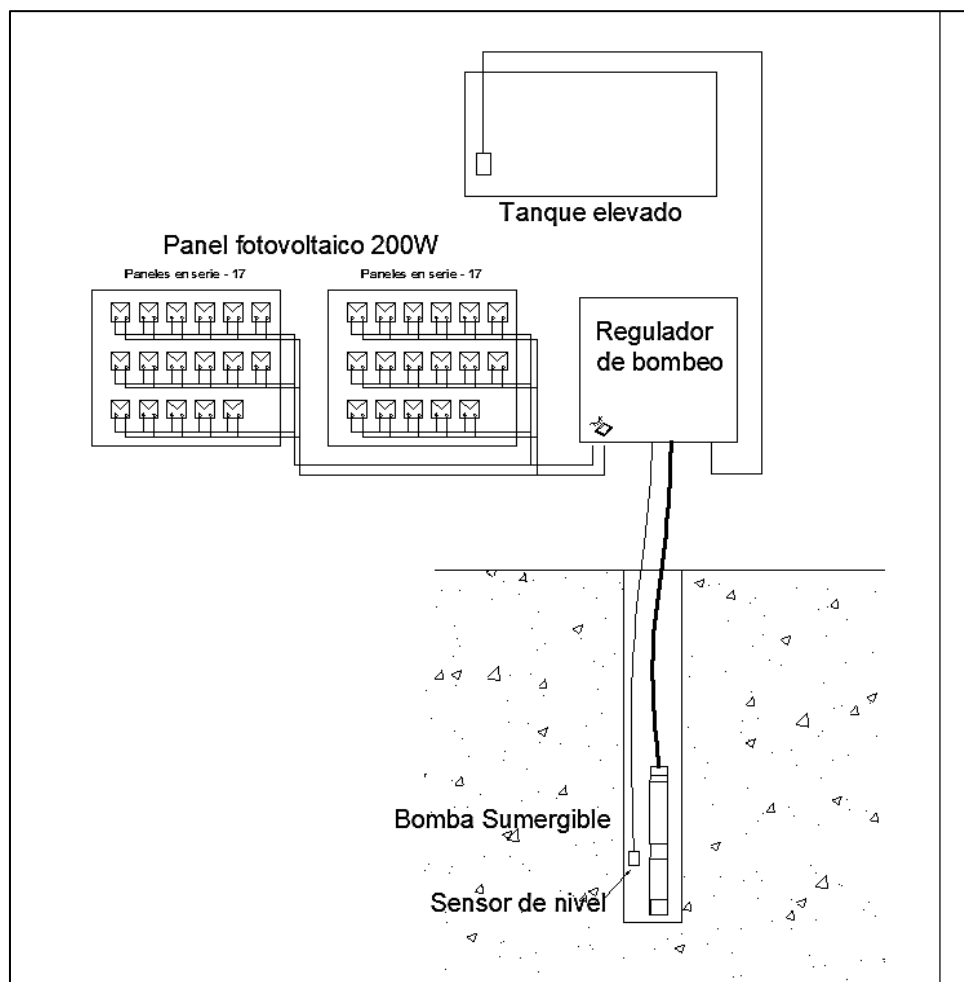
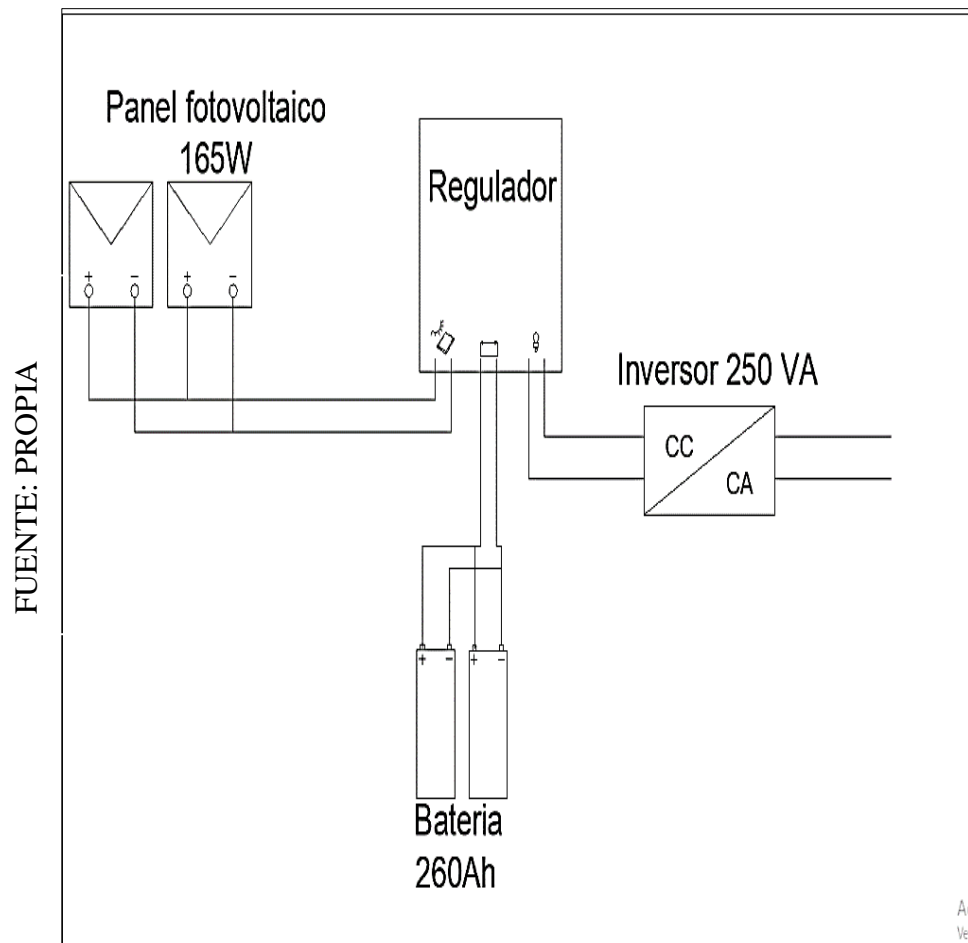



Figura 6



Esquema pictórico del sistema para galpón

La carga total en los galpones es 3.51 kw.

[illegible]


Ing. Arturo Navarrete Nuñez
JEFE DE PROYECTOS
DDC&N INGENIEROS SAC
CIP 175480

FICHA DE OBSERVACION DIRECTA

DETERMINAR LOS PARAMETROS ELECTRICOS DEL SISTEMA FUNCIONAL EN LA AVICOLA

1 AREA DE PRODUCCION

POTENCIA DEL GENREADOR
 TIEMPO DE TRABAJO DEL GENERADOR
 CANTIDAD DE PRODUCCION DIARIA
 DIAS DE TRABAJO SEGUIDOS
 DIAS DE TRABAJO DE PARA

2 MESCLADORA

POTENCIA DE MOTOR 1
 POTENCIA DE MOTOR 2
 TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO
 DIAS DE TRABAJO SEGUIDOS
 DIAS DE TRABAJO DE PARA

3 MESCLADORA

POTENCIA DE MOTOR 1
 POTENCIA DE MOTOR 2
 TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO
 DIAS DE TRABAJO SEGUIDOS
 DIAS DE TRABAJO DE PARA

4 GALPON

CANTIDAD DE LUMINARIAS
 POTENCIA DE LUMINARIA
 TIEMPO PRENDIDO

5 GALPON

CANTIDAD DE LUMINARIAS
 POTENCIA DE LUMINARIA
 TIEMPO PRENDIDO

6 GALPON

CANTIDAD DE LUMINARIAS
 POTENCIA DE LUMINARIA
 TIEMPO PRENDIDO


7 GALPON

CANTIDAD DE LUMINARIAS
 POTENCIA DE LUMINARIA
 TIEMPO PRENDIDO

8 BOMBEO


POTENCIA DE LA BOMBA
 TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO
 CAUDAL DE LA BOMBA
 VOLUMEN DE LA SISTENA
 TENSION DE LA BOMBA

Firma de validación del instrumento por un profesional


 Ing. Arturo Navarrete Nuñez
 JEFE DE PROYECTOS
 DDC&N INGENIEROS SAC
 CIP 175480

FICHA DE OBSERVACION DIRECTA						
Ficha para determinar la máxima demanda del área de molienda en la avícola						
HORAS		POTENCIA (kW)				MD (kW)
		MOLEDORA		MEZCLADORA		
		M1	M2	M3	M4	
00:00	01:00					
01:00	02:00					
02:00	03:00					
03:00	04:00					
04:00	05:00					
05:00	06:00					
06:00	07:00					
07:00	08:00					
08:00	09:00					
09:00	10:00					
10:00	11:00					
11:00	12:00					
12:00	13:00					
13:00	14:00					
14:00	15:00					
15:00	16:00					
16:00	17:00					
17:00	18:00					
18:00	19:00					
19:00	20:00					
20:00	21:00					
21:00	22:00					
22:00	23:00					
23:00	00:00					

Firma de validación del instrumento por un profesional


Ing. Arturo Navarrete Nuñez
 JEFE DE PROYECTOS
 DDC&N INGENIEROS SAC
 CIP 175480

ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS



ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, Deciderio Enrique Díaz Rubio, docente de la Facultad Ingeniería y Escuela Profesional Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo, filial Chiclayo, revisor (a) de la tesis titulada: **“Diseño de un sistema fotovoltaico para abastecer la demanda de energía eléctrica a la granja avícola San Jorge para reducir los costos de combustible en el Caserío Uña de Gato Jaén”**, del bachiller:

Victor Wincelao Castro Carhuamaca

Constato que la Tesis tiene un índice de similitud de 18% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.


Chiclayo, 24 de julio del 2019



.....

Firma
Ing. Deciderio Enrique Díaz Rubio
16728343

**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO
INSTITUCIONAL UCV**

	AUTORIZACION DE PUBLICACION DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 07 Fecha : 31-03-2017 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo **Victor Wincelao Castro Carhuamaca**, identificado con DNI N.º 25766433 egresada de la Escuela de **Ingeniería Mecánica Eléctrica** de la Universidad César Vallejo, autorizo (X), No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado:

“Diseño de un sistema fotovoltaico para abastecer la demanda de energía eléctrica a la granja avícola San Jorge para reducir los costos de combustible en el Caserío Uña de Gato Jaén”

en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33.

Fundamentación en caso de no autorización:

.....
.....
.....



FIRMA

DNI: 25766433

FECHA: 18 - 07 - 2019

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

**AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE
INVESTIGACIÓN**



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN
DE

E. P. de Ingeniería Mecánica Eléctrica

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Victor Wincelao Castro Carhuamaca

INFORME TITULADO:

**“Diseño de un sistema fotovoltaico para abastecer la demanda de energía
eléctrica a la granja avícola San Jorge para reducir los costos de combustible
en el Caserío Uña de Gato Jaén”**

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

SUSTENTADO EN FECHA: 12 – 07 - 2019

NOTA O MENCIÓN: Aprobado por Mayoría


Firma del Encargado de Investigación
CHICLAYO